UNIVERSITY OF ST. MICHAEL'S COLLEGE
3 1761 01892945 5

UNIVERSITY OF ST. MICHAEL'S COLLEGE
LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2009 with funding from
Ontario Council of University Libraries

http://www.archive.org/details/wilhelmwundtzums01leip

RETURN TO
DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO

PHILOSOPHISCHE STUDIEN

HERAUSGEGEBEN

VON

WILHELM WUNDT.

NEUNZEHNTER BAND.

Mit 2 Tafeln und 33 Figuren im Text.

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1902.

FESTSCHRIFT

WILHELM WUNDT

ZUM

SIEBZIGSTEN GEBURTSTAGE

ÜBERREICHT VON

SEINEN SCHÜLERN

I. THEIL

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1902.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.

Hochverehrter Herr Professor!

In Ihrem Sinne glaubten wir, Ihre Leipziger Schüler, zu handeln, wenn wir Ihnen unter Vermeidung alles äusseren Pomps und aller geräuschvollen Feier eine Gabe überreichten, die von dem inneren Verhältniss zu unserem Meister eine deutliche und bleibende Kunde geben könnte. So haben wir uns denn zu Ihrem 70. Geburtstage vereinigt, um Ihnen zu zeigen, dass wir Geist von Ihrem Geist sind und gleich Ihnen die Schöpfung geistiger Güter für eine besonders hohe und erstrebenswerthe Aufgabe halten.

Nicht Jeder, der zur Betheiligung an dieser Festschrift aufgefordert wurde, konnte einen Beitrag übersenden. Aus der ursprünglich in Aussicht genommenen grösseren Schaar treuer und dankbarer Schüler ist schliesslich ein engerer Kreis geworden. Aber hinter uns stehen jene Anderen, denen es nicht vergönnt war, in unsere Reihe einzutreten, und schliessen sich uns an in den Gefühlen der Verehrung und Dankbarkeit und in den Wünschen, die der festliche Tag zur Aussprache gelangen lässt.

Wir Alle, die Wundt'sche Schule, haben Ihnen, ein Jeder an seinem besonderen Theil, den wärmsten Dank zu zollen für die reiche Anregung, für die methodische Schulung, für die verständnissvolle Leitung, die wir bei Ihnen und durch Sie empfangen haben. Im psychologischen Institut, in der Vorlesung und im persönlichen Verkehr haben Sie uns aus dem unerschöpflichen Schatze Ihres Wissens und aus der unversieglichen Quelle Ihres Geistes zu rathen und zu helfen verstanden. Mochte es sich um Arbeitsprobleme oder um Lebenspläne handeln, stets fanden wir ein williges Ohr, eine wahrhaft humane Theilnahme und einen befreienden Ausweg aus den uns verwirrenden Schwierigkeiten bei Ihnen.

Aber der Rede Macht gewann zugleich an Eindringlichkeit durch das Vorbild, das Sie selbst uns boten. Eine unbedingte Achtung vor den Methoden und Leistungen der Einzelwissenschaften und die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit und Erspriesslichkeit eines Verhältnisses wechselseitiger Ergänzung zwischen ihnen und der Philosophie haben Sie uns nicht zum mindesten dadurch eingeflösst, dass Sie selbst diese Vereinigung von Forschungsgebieten in fruchtbarer und grossartiger Form darstellen. Das allseitige Interesse am Grössten und am Kleinsten, am Nächsten und am scheinbar Entlegensten, an einzelnen Thatsachen und an allgemeinsten Ge-

dankengängen, diese Verbindung der mannigfaltigsten Anlagen und Thätigkeiten, und dazu die nie ermattende Thatkraft rastloser Forschung und die einfache, auf die Sache allein und keinerlei täuschenden Schein und Blendwerk gerichtete Gesinnung — das Alles weckte in uns diejenige Bewunderung und Verehrung, welche Ihren Worten einen ungesucht autoritativen Charakter verlieh und uns antrieb, dem Ideal, das Sie verkörperten, nach besten Kräften zuzustreben.

Zu Ihrem 70. Geburtstage, an dem wir Sie in alter Frische, Freiheit und Grösse wirken und schaffen sehen, konzentriren sich die Empfindungen, die wir für Sie hegen, in dem innigen Wunsche, dass Sie noch viele Jahre in ungeschwächter Rüstigkeit als unser hochverehrtes Haupt an unserer Spitze stehen und walten möchten. Nach wie vor fruchtbare Saat auszustreuen und Ihr Lebenswerk, das unvergleichliche, auszubauen und zu vollenden sei Ihnen vergönnt zur Mehrung der geistigen Energie in der Welt und zur lebendigen Förderung sittlicher Werte!

In wärmster Verehrung und tiefster Dankbarkeit

die Verfasser.

Inhalt des neunzehnten Bandes.

Seite

Discrimination of Shades of Gray for Different Intervals of Time. By Frank Angell. 1

Zur Psychologie der gebundenen und der freien Wortstellung. Von P. Barth. 22

Contribution à l'étude de l'individualité dans les associations verbales. Par B. Bourdon. 49

The time of perception as a measure of differences in intensity. By J. McKeen Cattell. 63

Die Hauptformen des Rationalismus. Von Jonas Cohn. 69

Die sprachwissenschaftliche Definition der Begriffe »Satz« und »Syntax«. Von Ottmar Dittrich. 93

Ueber die Bedingungen und den Beginn der Ablösung der Fersen vom Boden. Von Otto Fischer. Mit 4 Figuren im Text. 128

Roger Bacon's Stellung in der Geschichte der Philologie. Von Ewald Flügel. 164

Psychologie und Nervenheilkunde. Von Willy Hellpach. 192

An Experimental Study of Writing Movements. By Charles H. Judd. With 6 figures in text 243

Über Vertheilung und Empfindlichkeit der Tastpunkte. Von Friedrich Kiesow. Mit 2 Figuren im Text und Tafel I. 260

Die Dimensionen des Raumes. Von A. Kirschmann 310

Über Naturzwecke. Von Edmund König 418

Die Arbeitscurve. Von Emil Kraepelin. Mit 5 Figuren im Text und Tafel II. 459

Ueber die Objectivirung und Subjectivirung von Sinneseindrücken. Von Oswald Külpe 508

Ueber binaurale Schwebungen. Von Paul Rostosky. Mit 5 Figuren im Text. 557

Studies of Melody in English Speech. By E. W. Scripture. With 11 figures in text. 599

Discrimination of Shades of Gray for Different Intervals of Time.

By

Frank Angell.

Leland Stanford Univ., Calif.

In an early number of the Phil. Stud. (Vol. V) Alfred Lehmann gives some curiously neglected results of experiments on what has been commonly called Sensory Memory. Lehmann is working with the simplest form of recognition in order to decide between the rival claims of the Similarity and Contiguity theories of Association, and to this end he devises experiments to show that recognition often takes place only by means of contiguous association. He shows, for example that so long as the number of shades in a series of grays does not exceed the number of commonly used therms for the shades, viz: black, white, dark gray, light gray and gray, the recognition of any given shade takes place with great accuracy. When the number of shades is raised from five to six, the accuracy of recognition falls off over 25%, and when the series is increased to nine, the recognition amounts to hardly more than guessing. When, however, an observer had learned to associate a name with each of the nine shades of gray, the number of correct »recognitions« rose from 46% to 75%.

Further, argues Lehmann, if the perception of a likeness or difference between two shades of gray exposed in succession, amounts to classifying each shade in a scale — to naming it — then recognition of this kind should be practically independent of the time interval between the exposure of the two shades. If the reagent thinks »light« to himself, and classifies the second as »dark« or »medium«, the interval of time between the two exposures will make no difference to the accuracy of the judgments. There is no question

here of a fading memory image but simply of the selection of a term. Experimental results confirmed Lehmann's anticipations. Using two shades of gray, he found the judgments of two observers as correct for 90 and 120 sec. as for 15 and 30 sec.

Some years ago the present writer was struck by the discrepancy existing between the results obtained from a large beginners' class, experimenting on so-called Sensory Memory, and the then current memory image theory. On the average the class seemed to show as good a memory for lines and tones for 60 sec. as for 2 sec. And the amount of distraction in the time interval seemed to have but little influence on the accuracy of judgment. Finding, moreover, from a review of »memory« work a great many contradictory results, the writer took up a long series of experiments on clang discrimination for different intervals of time, and found in brief: — 1. that there was no falling off in accuracy of judgment for small differences of stimuli with increasing time intervals up to 60 sec.: — 2. that there was a falling off in accuracy with increase in time interval for objectively light tones, both of these results agreeing roughly with Wolfe's experiments; 3. that various kinds of distraction used for the purpose of affecting or destroying a possible memory image had but little effect on the accuracy of judgment. 4. that some of the judgments were of the kind termed »free« — i. e. judgments delivered with a considerable feeling of security, but seemingly without the presence in consciousness of any standard of comparison.

Before generalizing from the results of these this work it seemed best to carry out similar experiments with other kinds of sensations, — more especially with light sensations. Compared with tones or clangs shades of gray are at a disadvantage as involving after-image and contrast complications; on the other hand, visual impressions are commonly more accessible to introspection.

Accordingly, in the summer semester of 1899 the writer was able, through the kindness of Prof. Külpe, to take up an investigation on the discrimination of shades of gray for different intervals of time in the Psychological Institute at Würzburg. The stimuli were given by a Marbe color-mixer which faced a large window about ten feet distant. Over this window were hung several layers of white muslin, partly for the purpose of exposing the revolving disc to a diffused

white light, and partly, through varying the number of thicknesses of muslin to prevent too great changes in intensity of light from day to day, or even parts of the same experimental hour. The time intervals were measured by a metronome, and the exposures given by raising and dropping a black cotton-flannel curtain which hung in front of the color-mixer. The experiments took place under three different conditions. (*A*) Eyes closed during interval between norm (*N*) and comparison (*V*) whilst an effort was made to hold fast a visual image of the disc. (*a*) Eyes open with relaxed attention during the time interval. (*D*) Distraction experiments in which a simultaneous discrimination of two grays of about the shade of the successive stimuli, was introduced into the middle of the time interval. An attempt to use one disc as a distraction failed through the tendency of the reagents to use the disc as a mediate term of comparison between the two main stimuli. When, however, the reagents had to pass judgment on a pair of »distraction« discs, simultaneously exposed, the tendency to form mediate judgments disappeared.

The norm in all cases was 180 degrees of white plus 180 degrees of black; there was, however, no danger of the formation of an »absolute memory« of the norm partly on account of variations of atmospheric brightness, and partly on account of variations in the reagents subjective estimates of the norm. The method used was the mixed method of right and wrong cases and of minimal changes, and to this end the norm was compared with itself and 4 other brightnesses: — viz. 200, 190, 170, 160 deg. of black. The order of exposure was in the first instance determined by chance, and then this order, and its reverse were carried through the entire series of intervals for both time orders, after which a second arrangement was determined by chance. The time of work was in the late afternoon between five and six thirty — a disadvantageous period, as it sometimes happened that the sun went down behind the university buildings during the last series. The reagents were Prof. Külpe (Ke) and Privat Dozent of Philosophy W. Kinkel (Kl) of Giessen, a member of the Würzburg Institute, but at that time a beginner in experimental work.

As regards introspection, the reagents were asked to note such mental imagery as seemed relevant to the work — especially verbal and visual imagery. From time to time they were questioned in

regard to the exact meaning of the notes. In experiments of this kind with more or less long and monotonous intervals, the writer feels that one cannot be too careful in the matter of suggestion. The immediate object of the experiment is the greatest possible accuracy in discrimination under certain experimental conditions, and the mediate and final object, the determination of the factors entering into such discriminating judgments. When, however, the reagents feel that mediately and immediately the introspective data are the main object of experimentation, then one is apt to become aware of a throng of subjective processes which may well be absent in the normal and usual discriminative judgments. It is only in this way that the writer can explain the great number and variety of introspective details recorded, in late work on memory images for clangs sounds and colors. In the careful investigation of G. R. Whipple on the Memory Image for Clangs, for example (Amer. Journ. of Psych. XII, No. 4), there was set up before the reagents a placard indicating no less than 11 categories of introspection — some of them with several sub-heads — as a constant »memento introspicere« during the course of experimentation. In the present investigation, though especial stress was laid on introspection, the introspective results, even with so trained and careful an observer as Ke are meagre when compared with those of the above research.

The time of exposure of the norm was at first, 3 sec., but as the reagents found that the disc changed perceptibly in shade during this period, the exposure time was shortened to 2 sec.

Combining all the judgments of both time orders for each reagent with reference to the conditions of A and a, we get the figures of table I. Owing to unforeseen interruptions the work was not carried out to the extent originally planned. The 15 second interval with forced attention was omitted altogether, and the number of judgments for each interval was hardly enough to justify a comparison of them with regard to time order. Under u (undecided) have been placed not only genuinely doubtful but »double« judgments, as for example, a judgment darker followed by like.

Table I.

Actual number of lighter (>), darker (<), and like (|||), exposures of comparison disc (*n*) and percentage of right (*r*), and undecided (*u*) judgments on the same for the given time intervals for reagents Ke and Kl. *A*: eyes closed, forced attention; *a*: eyes open, free attention. (Time order, not wholly balanced for each interval.)

A

		5 sec.			15 sec.			30 sec.			60 sec.		
		n	% *r*	% *u*	*n*	% *r*	% *u*	*n*	% *r*	% *u*	*n*	% *r*	% *u*
Ke	>	23	52	9				32	34	12	19	37	20
	<	23	35	26				28	29	18	20	45	20
	|||	25	52	32				28	36	21	20	50	25
	total	71	46	22				88	33	17	59	44	22
Kl	>	16	37	—				26	23	12	19	53	—
	<	15	27	—				26	31	8	18	78	—
	|||	14	50	—				26	50	4	20	60	5
	total	45	38	0				78	35	8	57	64	2

a

		5 sec.			15 sec.			30 sec.			60 sec.		
		n	% *r*	% *u*	*n*	% *r*	% *u*	*n*	% *r*	% *u*	*n*	% *r*	% *u*
Ke	>	20	50	5	15	53	—	36	33	31	16	62	12
	<	21	43	14	14	64	7	30	53	13	16	50	12
	|||	19	37	2	19	26	42	33	36	21	17	35	6
	total	60	43	7	48	47	16	99	41	22	49	49	10
Kl	>	24	41	—	12	58	9	12	42	—	14	29	—
	<	24	58	—	11	66	9	10	10	—	14	71	—
	|||	25	54	—	11	73	9	12	50	—	17	35	12
	total	73	51	—	34	65	9	34	34	—	45	45	4

The table indicates that the accuracy of judgment is practically independent of the time interval employed. Thus with both fixed and free attention we get the following percentage of correct judgments:

		5 sec.	15 sec.	30 sec.	60 sec.
a	Ke . . .	43	47	41	49
	Kl . . .	51	65	34	45
A	Ke . . .	46		33	44
	Kl . . .	38		35	64

The figures indicating *u* judgments do not show any increase in difficulty of judging with increase in the time interval. Nor, do we find, any marked differences corresponding to the different conditions in *A* and *a* — assuredly nothing corresponding to the great difference in mental effort. Taking five, thirty, and sixty sec. with *A*, Ke has an average of 41 % correct judgments, and with *a* 44 %; Kl has 46 % with *A* and 43 % with *a*. That is, Ke seems to judge slightly better with open eyes and Kl with closed eyes and forced attention. Ke, however, says it is slightly easier for him to judge with closed eyes, and Kl found it very much harder, as was evident from the action of his facial muscles during the time interval.

The results of the distraction experiments are given in the following table:

Table II.

Judgments with Distraction.

	15 sec.		30 sec.		60 sec.	
	n	% *r*	*n*	% *r*	*n*	% *r*
Ke . . .	47	49	59	36	24	33
Kl . . .	33	52	52	56	23	43

This table is in one respect somewhat misleading; there are in it more cases from the second time order (*V*—*N*) than from the first. The probable effect of this is to increase Ke's right judgments considerably and decrease slightly those of Kl. The average for all the time intervals with distraction is for reagent Ke 39 %; without distraction, 43 %. With Kl, the corresponding figures are 50 % with, and 47 % without distraction. A more equal distribution of the time order would probably have made these pairs of figures more nearly

equal. So far as the figures go, however, it would appear that Ke is hindered and Kl helped by distraction. The number of judgments marked »Sicher« is too small both in distraction and undivided attention to help decide this question, and the same holds true with regard to the relation of *A* to *a*.

The next question that arises is, — How far do the notes in the protocol books explain these figures? In the case of reagent Ke the writer anticipated a great deal of visual imagery; as reagent in the method of mean gradations he had constructed a sort of visual ladder up and down which the variable moved, and several years later Ament notes (Phil. Stud. XVI, p. 173) another visual scheme which Ke had constructed in the method of minimal changes. While in the earlier stages of the work with the larger intervals, Ke notes the presence of visual images of the disc which serve as means of comparison, the number of these is insignificant as compared with the references to verbal reproduction, and in the latter part of the work references to visual reproduction cease altogether. On the other hand, notices of verbal associations are exceedingly frequent: »Bei Reiz 1 dunkel«, »Bei Reiz 1 recht hell«, »Auf Grund der wörtlichen Bezeichnung«, is by far the most frequent type of remarks. Ke is of the opinion that the verbal images assist in the comparison, though he also notices that their presence may contribute nothing to the act of comparison, and he finds that, in the course of a series, there is a very considerable falling off in the energy of reproduction. He notes almost at the start a tendency to name the shades through »inability to hold fast the picture«. In the course of the experimentation Ke elaborated the following scale: — hell, ziemlich hell, ziemlich bis recht hell, recht hell und ganz hell; dunkel, ziemlich dunkel, mittel dunkel, recht dunkel — all used to designate the first disc of the comparison. Nor was this scale long in forming; on the third day of experimentation Ke notes that »absolute« judgments play an important part, that there is rarely a real comparison and that when the first disc appears, he says »hell« or »dunkel«. Besides verbal and visual imagery Ke notes sensations of tension in the eyes and forhead — the latter probably coming from attempting to serve as reagent when fatigued. These tension sensations are however rarely noted, and the amount they served with this reagent as a vehicle of comparison is a matter

of doubt. Ke stated on the third day of experimentation (5 sec.) that he tried to reproduce the first impression or effect »which is hardly an idea of the image«. This, together with a remark (4th day 5 sec.) that movements of the eyes during the interval destroyed the visual image, may mean that these tension sensations served as a basis of comparison. This, however, is noted only for short periods.

With reagent Kl, reproduction is confined almost wholly to verbal imagery. At the beginning he notes an indistinct image which »does not assist in the comparison.« After a months experimentation he remarks that the words »hell« and »dunkel« call up an image of the disc. »No visual image but by means of a word«, »Always by means of words 'ziemlich hell'.« If he forgets the term used at the exposure of the first disc, he cannot make the comparison. His notes indicate a scale of but three values — »ziemlich hell«, »hell«, »dunkel«. It is, however, to be remarked that for many reagents verbal terms are by no means the only marks which may be carried over from the norm. to the comparison; in marking the first disc the quickness or briskness or even degree of ease or satisfaction with which it is recognized as light or dark, may all serve as marks for carrying over the first impression to the second.

The protocol notes indicate therefore that most of Ke's judgments and about all of Kl's are based on contiguous association, more especially on verbal reproduction. If this is the case, the numerical results of the experiments are easily explained. For judgments of this kind it is obvious that the time intervals used would make no great difference. After an impression has been classified as bright either verbally or through the rapidity and ease with which it is apprehended as »light«, it is evident that the comparison can be classified with respect to the norm so long as the »reading«, so to speak, of the norm remains in mind. For such judgments too it is obvious that closed or open eyes — fixed or free attention, or artificial distraction would make no essential difference. Some accidental variation might well arise through the confusing or changing of the memory of the reading, but in the main the results would be about what we have found in these experiments. This explanation too is in accordance with Lehmann's results referred to at the beginning of this paper. Lehmann also introduced a distraction judgment

into the 120 sec. intervals, and found that the recognition of one of two shades of gray for 120 seconds with distraction was as accurate as for 30 sec. without distraction. Accordingly, he argues as the writer has urged in case of clangs (Amer. Journ. Psych. XII, 69) that such judgments cannot be based on memory images of the same kind as the stimuli.

Two other factors remain to be considered in this connection — the formation of free judgments and the results arising from objectively like stimuli. These topics will come up for discussion in the second part of this paper.

Experiments of the second part.

In the spring and summer of 1901 the above experiments were repeated at Stanford University to see if the results of the Würzburg experiments would be confirmed by other reagents and under better experimental conditions. The Marbe color-mixer was mounted on a weighted box insulated from the experiment table by spongy rubber. The mixer was driven by a smoothly running Edison motor also mounted on an insulated box, whilst the experiment table was separated from the floor by several folds of cloth. In this way with the bearings of the apparatus carefully oiled and adjusted there was no metallic rattle or resonance from table or floor perceptible. The disc of the color-mixer was about 8 feet distant from broad double windows covered, as in the previous experiment, with several layers of white muslin. Experiments were carried on in a room built for the purpose of black paper and open on the side toward the window. The exposure curtain was about 75 cm wide and mounted on a spring roller. Back of the curtain, black cotton-flannel was so hung that nothing save the disc and its black back-ground were visible when the curtain was raised. The conditions as regards colorless light were so good that the reagents complained of colored after-images arising from a tinge of color in the paper of the note books, so that it became necessary to cover the note-book pages with black cardboard through which slits were cut for making notes. In addition the reagents rested their eyes on the note-books as little a possible.

The reagents were Alvin Borgquist (Bt), a mature student with

about two years experience in psychological work, and the writer (Al). Bt was formerly a student of philosophy and has acquired the tendency to think and speak in abstract terms; on the other hand, he has a marked habit of making clear to himself scientific theories and propositions by means of visual schemes. Al is of the ordinary motor acoustic type with perhaps an originally strong tendency towards visualization. At the time Al was acting as reagent he had not worked up the results of the Würzburg experiment. He had, however, read all the introspections save some written by Ke in shorthand, and he had »guessed« that the judgments were based in great part on verbal associations. Al's introspective data therefore may have been influenced by this knowledge, though of course he is not conscious that any data recorded by him are colored by such influences. The experimentor was Mr. F. Thompson, who had served long enough in experiments of this kind to carry out the experimentation with judgment. The procedure was wholly without knowledge. Reagent Al presumed that the experiments would follow the general line of the Würzburg work, but of the value of the norms — whether or not the norms were changed from time to time — of the values and arrangement of the scale of comparisons — of all this he had as little knowledge as Bt.

In as much as Bt was naturally much inclined to introspection, he was simply instructed to note what he thought relevant with special reference to the visual image. Both reagents were to underscore judgments which they felt sure were correct. The time of exposure of the discs was 1,5 sec. In Table III the figures of these experiments are given for both reagents, both time orders, with and without the distraction of the simultaneous comparison of two discs. The signs are not in all respects like those of the preceding tables. The brightnesses are given in degrees of white instead of black. The calculation of results is also somewhat different. The double judgments, e. g. »darker — like« have been split and each component assigned with a value 0,5 to its proper category [1]).

1) The averages were calculated by Mr. Thompson for a paper of his own. The absolute values have been somewhat changed without greatly affecting their relations.

A glance at the columns giving the averages of correct judgments for differences of norm and comparison amounting to 10° or 20° of white as well as the general average of these two $\left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right)$, show that so far as discriminations of differences are concerned, the correctness of judgment is practically independent of the time intervals. The figures for the D'n experiments indicate neither influence of D'n nor of flight of time for objective differences of the stimuli. On the other hand, the number of correct judgments for $N = V$ falls off irregularly with the time, the drop from 5 sec. being very marked. In all these respects the experiments agree more or less closely with similar experiments on clangs. (Angell and Harwood, Discrimination of clangs etc., Amer. Journ. of Psych. XI, 67.)

Examining the protocol books to see in how far their records agree or disagree with those of Ke and Kl, we find the same tendency towards the formation of a scale of brightness as a basis for comparison. Bt indeed notes a great deal of visual imagery, usually of the disc or details immediately connected with it. Sometimes this is a simple image of the norm, called up when the signal for the comparison is given, sometimes it is a persistent image of the disc waxing and waning in brightness, and sometimes it is a photism, as when he had a bright image of »pale freckled face formed out of the image of the norm«, lasting the entire time interval (60 sec.). In this connection it may be said that during the first half of the work, Bt complained of a play of after-images. Sensations of tension also enter largely into Bt's consciousness during the time interval, especially those coming from the trunk, respiratory muscles and eyes. He tries as far as possible, to keep these sensations constant. On the other hand, Bt notes early in the course of the work the tendency to judge through classification of N and V. Later on he notes »I seem to place the norm in a series; i. e. when I see a norm I seem to recognize it as a member of a certain class, or as having seen it frequently before.«

In the case of Al there was a large amount of visual reproduction during the 30 sec. and 60 sec. intervals, but for the smaller intervals reproduction was rarely noted. This reproduction was usually at once verbal and visual, and it was often impossible to say which

Table IIIa.

General table of judgments for reagents Al and Bt, for both time orders with and without distraction ($D'n$) for the several values of the comparison. n = no. of judgments, »l« lighter and »|||« like judgments. r_1, r_2, r_a correct judgments.

Degrees of White				160°			170°			180°			190°			200°			$\Delta_1 \mp 10$	$\Delta_2 \mp 20$	$\frac{r_1+r_2}{2}$
				n	% r	% |||	n	% r	% |||	n	% l	% |||	n	% r	% |||	n	% r	% |||	% r_1	% r_2	% r_a
Reagent Al.	Time Order I	no $D'n$	5″	38	76,2	13,1	41	48,8	21,9	41	32,9	24,4	35	47,0	19,9	35	71,4	12,8	47,9	73,8	60,8
			15″	43	68,5	12,7	45	41,1	22,2	45	41,1	11,1	40	43,7	17,5	41	65,8	15,8	42,4	67,1	54,7
			30″	34	72,0	10,0	36	36,1	13,9	35	39,9	12,8	32	71,9	4,6	32	65,6	10,9	54,0	68,8	61,4
			60″	32	70,2	7,7	33	27,2	15,1	33	54,5	15,1	31	66,0	11,5	30	88,3	0,0	46,6	79,2	62,9
			Av.		71,8	10,9		38,3	18,3		42,1	15,9		57,1	13,9		72,8	9.9			59,9
		$D'n$	15″	30	88,3	3,3	31	37,1	29,0	30	53,3	25,0	28	60,6	7,1	29	74,2	10,3	48,8	81,2	65,0
			30″	30	63.3	10,0	32	51,5	14,0	31	53,2	8,0	28	57,1	16,1	28	85,7	0,0	54,3	74,5	64,4
			60″	20	55,0	20,0	21	50,0	19,0	21	28,5	14,2	18	55,5	25,0	19	86,7	2,6	52,7	70,8	61,7
			Av.		68,8	11,1		46,2	20,6		45,0	15,7		57,7	16,1		82,2	4,3			63,7
	Time Order II	no $D'n$	5″	55	74,5	13,6	55	54,5	26,3	55	29,1	42,7	56	58,0	17,8	56	68,7	16.9	56,2	71,6	63,9
			15″	38	73,6	6,5	37	58,1	12,1	38	39,4	18,4	38	36,8	17,0	38	68,4	11,8	47,4	71,0	59,2
			30″	30	65,0	1,6	30	66,6	13,3	30	48,3	10,0	28	35,7	16,0	30	41,7	16,6	51,1	53,3	52,2
			60″	19	84,1	5,1	20	50,0	22,5	19	52,6	15,8	20	30,0	25,0	20	62,5	17,5	40,0	73,3	56,6
			Av.		74,3	6,7		57,3	18,5		42,3	21,7		40.1	18,9		60,3	15,7			57,9
		$D'n$	15″	28	67,8	10,7	27	42,5	22,3	27	29,6	24,1	28	42,8	14,2	28	60,7	17,8	42,6	64,2	53,4
			30″	26	71,1	3,8	25	64,0	2,0	26	40,4	7,7	26	50,0	15,4	26	53,8	21.2	57,0	62,4	59,7
			60″	26	65,4	11,5	26	61,5	15,4	26	44,2	15,4	26	38,5	0,0	26	55,7	15,4	50,0	60,5	55,2
			Av.		68,1	8,7		56,0	13,2		38,1	15,7		43,7	9,9		56,1	18,1			56,1

Table IIIb.

Degrees of White			160°			170°			180°			190°			200°			$\Delta_1 \doteqdot 10$	$\Delta_2 \doteqdot 20$	$\frac{r_1+r_2}{2}$
			n	$\% r$	$\% \mid\mid\mid$	n	$\% r$	$\% \mid\mid\mid$	n	$\% l$	$\% \mid\mid\mid$	n	$\% r$	$\% \mid\mid\mid$	n	$\% r$	$\% \mid\mid\mid$	$\% r_1$	$\% r_2$	$\% r_a$
Reagent Bi	Time Order I	no $D'n$	5″	37	68,8	13,5	41	65,8	20,7	41	12,2	31,7	34	29,4	32,3	35	48,5	25,7	47,6	58,6	53,1
			15″	40	90,0	2,5	42	58,3	10,7	42	17,8	16,6	38	31,5	18,4	38	68,4	13,1	44,9	79,2	62,0
			30″	32	90,6	3,1	33	48,5	9,1	34	36,8	10,3	30	48,3	10,0	30	65,0	10,0	48,4	77,8	63,1
			60″	29	63,7	6,9	30	45,0	18,3	30	48,3	3,3	29	51,7	5,1	29	74,1	6,9	48,3	68,9	58,6
			Av.		80,8	6,5		54,4	14,7		28,8	12,7		40,2	16,4		64,0	13,9			59,2
		$D'n$	15″	29	82,7	3,4	31	58,0	14,5	31	25,7	16,1	29	44,8	5,1	29	77,6	5,1	51,4	80,1	65,7
			30″	27	88,8	0,0	29	48,2	6,9	30	25,0	6,6	25	52,0	6,0	24	77,0	6,2	50,1	82,9	66,5
			60″	18	83,3	8,3	18	55,5	11,1	19	26,3	7,8	17	58,8	23,5	17	61,7	11,7	57,1	72,5	64,8
			Av.		84,9	5,8		53,9	10,8		25,7	10,2		51,9	11,5		72,1	7,7			65,7
	Time Order II	no $D'n$	5″	61	81,1	9,0	61	54,8	10,6	59	22,9	30,4	62	64,5	10,5	62	71,8	9,7	59,7	76,4	68,1
			15″	42	45,2	14,3	42	47,6	5,9	42	25,0	16,7	42	57,1	13,1	42	77,4	8,3	52,3	61,3	56,8
			30″	32	70,3	3,1	32	39,1	17,2	32	31,3	15,6	32	53,1	12,5	32	68,7	6,2	46,1	69,5	57,8
			60″	22	77,3	6,8	22	59,1	13,6	22	36,4	20,4	22	47,7	11,4	22	63,6	4,5	53,4	70,4	61,9
			Av.		68,5	8,3		50,0	11,8		29,1	20,8		55,6	11,9		70,4	7,2			61,1
		$D'n$	15″	30	60,0	6,6	30	50,0	16,6	29	43,1	6,9	29	58,6	3,4	30	63,3	0,0	54,3	61,6	57,9
			30″	29	62,0	12,0	29	44,8	10,3	29	32,7	10,3	30	58,3	5,0	30	71,6	8,3	51,5	66,8	59,1
			60″	28	55,3	10,7	27	38,9	9,3	28	35,7	3,6	27	55,5	5,6	28	60,7	5,4	47,2	62,1	54,6
			Av.		59,1	9,8		44,6	12,1		37,2	6,9		57,5	4,7		65,1	6,8			57,2

was the antecedent — the term or the visual image. The visual images often included the disc, the button on the disc, the motion of the disc and the black back-ground. When the image was of the disc alone it seemed to wax and wane in its brightness whilst its circular form changed to irregular shapes. For the 5 sec. and 15 sec. intervals, tension sensations in the eyes, oral and respiratory muscles were most marked — resulting from an attempt to keep bodily conditions unchanged until the second stimulus appeared. For the longer intervals these sensations were not present. The visual image appeared most frequently immediately after the word »ready« before the comparison. Rarely an act of comparison seemed to take place directly between the visual image and the second stimulus.

The formation of judgments through verbal association was first noted in the fourth series. The words »that was light« arose after viewing the norm. The terms »light«, »bright«, »very light«, »exceedingly bright«, »dark«, »darker« (this last as compared with preceding norm.) were noted. At the same time the brightness of the disc did not seem to vary equally in both directions around a standard as the terms would seem to imply. At the end of the last period of experimentation, the experimentor exposed, in irregular order, the stimuli that he had been using as comparisons and asked each reagent to designate each shade as it was exposed. The result was as follows.

		160°	170°	180°	190°	200° White
Al	1.	dark medium	light medium	light medium	light	very light
	2.	» »	dark	» »	»	» »
Bt	1.	dark	dark	dark	medium dark	light
	2.	med. dark	med. dark	light	» »	medium

The tendencies shown in the above scales are reflected in the table III, where Bt. has more correct judgments on the dark, and Al. more on the light side. Often the disc seemed to vary in such a way that the reagent surmised the experimentor was using several norms. The brightness seemed to vary not only from day to day but from series to series and even during the course of a series.

Almost at the beginning Al, and somewhat later, Bt, noticed the formation of free judgments — i. e. judgments in which the reagent

could not recall that the norm. was present in the act of passing judgment. Bt notes »I think I judge this in a negative way, not by a conscious comparison but because *V* seems striking, I did not remember having seen anything so bright before. I have observed several of this kind, and this seems to be common. It struck me with a feeling of surprise«. Throughout the experimentation Al notes the uttering of free judgments.

According to Martin and Müller's analysis of this class of judgments[1]) we should expect more correct cases in the time order *N—V* than in the order *V—N*. Taking the general averages in table III (r_a), we find the proportion of right judgments in the two time orders for Bt is $\frac{\text{time order 1}}{\text{time order 2}} = \frac{61{,}9}{59{,}4}$, and for Al, $\frac{67{,}5}{57{,}1}$.

But beside these free judgments, both reagents noted cases where they could deliver no judgment because the norm was »forgotten«. In these cases no lack of attention was noted; the reagents were simply inable to pass judgment because impression of the norm had passed away; it was too undecided or too weak to last during the time interval. According to theory there should be proportionately more free judgments in time order 1 than in time order 2. Taking all the judgments up to the beginning of the chronometric experiments (to be discussed later) we get the following table.

Table IV.

Per cent of free judgments and of »failures«.

	Time Order 1			Time Order 2		
	n	% free	% fail.	*n*	% free	% fail.
Bt.	848	4,3	2,0	1051	1,1	3,0
Al.	852	4,1	0,8	846	2,0	1,0

The above table gives only the percentage of cases where a distinct effort was made to recall the norm.; it is probably complete as regards the failures, but it does not include a great number of cases where the judgment was uttered quickly but without a trace of comparison.

1) Zur Analyse der Unterschiedsempfindlichkeit. S. 25 u. 45.

It therefore seems probable that running along with and playing into the contiguous associations before noted the factor of free judgments helps to make these discriminations independent of the time interval.

Chronometric Experiments and Like Cases.

Everyone who has served as reagent or experimentor has noticed the marked difference in the quickness of delivering discriminative judgments. It has been commonly noted that »sure« judgments were the shortest and doubtful judgments the longest. The place taken by like judgments has not been commonly known, though in making up averages they have been often classed with doubtful judgments. At any rate, the writer thought that a knowledge of the time relations of the several kinds of judgment might throw some light on the processes of formation.

Accordingly an apparatus was arranged for recording the time of judgments. Around a pair of horizontal drums, placed about 1,5 m apart, there ran a belt of 3,5 m of the ordinary glazed kymograph paper. This belt could be conveniently smoked by a broad wicked flat-iron lamp placed beneath the lower layer of paper. Motion was given by clock-work connected with one drum. The recording apparatus consisted of a triple time marker connected with telegraph keys screwed to the reagents' chairs, and with the roller curtain in front of the disc. Time was marked by an electrically driven spring rod marking $^1/_{15}$ sec. When the lower edge of the swiftly rising curtain reached the upper edge of the disc it tripped a lever connected with a Pfeil time-marker, and the reagents then registered »judgment reaction time« by pressing the key. Of course this took place only with the comparison disc. It must be said that this arrangement made no small demand on the dexterity of the experimentor: — to let up and pull down the curtain, to set the reading of the color-mixer, adjust the second disc of the D'n experiment, to raise and lower the curtain for the simultaneous judgment, to re — set the color-mixer for the main comparison, to turn down the lever and set the vibrating spring and drums in motion, and finally to raise and lower the curtain — all done quietly and without interruption at stated intervals given by metronome beats, calls for no

small amount of ready skill in manipulation for which the writer is exceedingly indebted to Mr. Frank Thompson, Assistant in the Department of Pedagogy.

It was not supposed that absolute values of these judgment times would be of any great moment; the processes are too complex and the number of variables too great to give these averages an unambiguous value. There is formed e. g. a tendency in these experiments towards anticipatory judgment; the norm strikes one as being very bright and the judgment »darker« is anticipated. If the judgment is »darker«, a very quick or even anticipatory judgment may take place. But if the judgment is »lighter«, a period of adaptation and feeling of surprise come into play which may greatly retard the judgment, even when it may be recorded as »sure«. In addition the readings were taken only to tenths of a second.

The immediate effect of these reactions was to serve as a spur for attention: — the reagents were much more on the alert than before, especially in the longer time intervals. A further effect was either to increase the sharpness of introspection or the tendency towards classifying the norm. At any rate, the tendency to fix the value of the norm by a term became much more apparent. Bt notes: »Verbal association — ‚White but not glaringly white'. I notice the tendency to characterize the judgment in some such way. I hear myself saying something about the character of the norm during the interval, and feel an incipient motion in my vocal organs as if trying to utter it. I notice when the signal ‚ready' is given that the characterization comes, and the visual image, if at all, comes later«.

The figures of the time measurements fulfilled only in part the writers expectations. In the case of Bt practice had not gone far enough to make his reactions automatic and the fluctuations in the first half of the work are large. Excluding therefore the first half of Bt's reactions altogether and omitting those which he marked as faulty, we find that the averages of the reaction times for 15 sec., 30 sec., and 60 sec. are 0,63, 0,62, and 0,55 respectively. Maximum, 1,2 sec.: minimum, 0,4 sec. It would thus appear that Bt has no more hesitation — perhaps less — in judging longer intervals than shorter. As regards different categories of judgment his unqualified

judgments average 0,57 sec. as against 0,63 for the qualified (e. g. »lighter doubtful«).

As reagent Al used less categories of judgment than Bt, his results are less scattered. His fluctuations are also less.

The results of Al's time measurements are given in table V. Two places of decimals is of course, the result of averaging. Times of double judgments are not included, as such judgments were infrequent. The main object in separating the distracted comparisons from the undistracted, is merely to show that the latter have the same trend as the former, — quickest for the »sure« judgments, and slowest for the »like«. Otherwise, on account of the small number of cases it would be better to lump both conditions of attention together.

The mean variations of the several categories of judgment with each time interval range from 10 to 13 per cent.

Table V.

Averages of reaction times (t) for the several time intervals and for the several categories of judgment under each interval with ($D'n$) and without distraction (no $D'n$). Number of reaction = n. Reagent: Al. Times given in hundredths of a sec.

Character of judgment	5 sec.		15 sec.				30 sec.				60 sec.			
	n	no $D'n$ t	n	no $D'n$ t	n	$D'n$ t	n	no $D'n$ t	n	$D'n$ t	n	no $D'n$ t	n	$D'n$ t
Sure	9	0,74	17	0,69	8	0,67	14	0,63	8	0,75	29	0,63	9	0,68
Fairly sure . .	25	0,80	16	0,73	23	0,71	29	0,75	22	0,77	30	0,71	32	0,75
Like	6	0,90	6	0,83	2	0,85	7	0,85	6	0,80	6	0,77	8	0,87
Doubtful . . .	5	0,72	5	0,82	6	0,80	4	0,90	6	0,80	13	0,87	9	0,75

The indications from this table are that the »sure« judgments are the quickest and the »like« judgments the slowest, with the »fairly sure« holding an intermediate position. Comparing the time intervals without distraction, we find as far as the figures go, that the 5 sec. interval takes more time in judging than any other interval for every category except »doubtful«. As however the figures do not go very far for the separate divisions of the 5 sec. judgments it is better to get the general average from all the reaction times for each interval without distraction. This gives for 5 sec. — 0,77,

for 15 sec. — 0,74, for 30 sec. — 0,74, for 60 sec. — 0,71. It is probable therefore that for this reagent, at any rate, the longest intervals are judged most quickly and the shortest intervals most slowly. The difference would be greater if the highly ambiguous class of doubtful judgments were omitted.

The results of the time measurements are in accord with the explanation of these judgment processes. The reaction time for 60 sec. is shorter than for any other time interval; it is the interval also in which one would rely most on the formation of a scale of brightnesses and on free judgments.

As regards the reactions for 5 sec., it has been observed that the demeanor of reagents for the shorter intervals is commonly, not invariably, different from what it is in the longer. In the 30 and 60 sec. intervals, the reagent is apt, soon after the exposure of the norm, to relax the trunk muscles, settle himself into an easy attitude, to breathe easily and to move the eyes from time to time over the background. During the shorter periods as has already been observed, the reagents usually try to maintain uniform sensory conditions for both norm and comparison: the tension sensations from the trunk, respiration and eye muscles are kept constant, in order apparently, to make the conditions of comparison as much alike as possible. Accordingly we have, for most reagents, a much larger mass or background of sensation entering into the comparisons of the shorter intervals, and in all probability more genuine acts of comparison. This position is strengthened by the longer reaction time for 5 sec., — so far as it is permissible to draw conclusions from a few experiments.

As has been remarked the percentage of right cases for $N = V$ decreases with the time interval and the law of forgetting for sensory impressions has been drawn from the like cases[1]). The judgments of »like« differ from those »unlike« in being in great part negative. They are, so to speak, a function of the »unlike« judgments. The greater the difference between N and V, and the easier it is to mark differences, the easier it is to judge »like« when $N = V$. Accordingly, judgments of »like« result, in great part, from failure

1) Wolfe, in Philos. Studien, III, p. 552.

to perceive a difference. In accordance with this we find that reaction-times of Al for »like« are slower for all time intervals, both with and without D'n. When a series of comparisons is made up of stimuli, differing in part but a little, and in part not at all, from the norm stimulus, the judgments of »like« may be attended by a conviction of likeness which is very often due to a feeling, mood or tension sensation, or even to accidental circumstance. The judgment »like« which Al delivered with the strongest feeling of conviction, came from a faint pink tinge, on both norm and comparison, resulting from a trace of blue in the page of the note-book. If then mental processes, not necessarily integral parts of the visual image of the disc, but present both at the exposure of the norm and the comparison, may determine judgments of »like«, then we should expect the greatest frequency of these judgments where such common factors most frequently occur, viz. in the shorter time intervals. Turning to the averages of the undistracted intervals of table III, we find that the average number of »like« judgments of the 5 sec. intervals for Al is 21,2 %; for the other three intervals 11,4 %. For Bt the corresponding figures are: 5 sec. —19,4 %; other intervals — 10,4 %.

This last fact helps to explain the greater proportion of right judgments of »like« in the shorter intervals. Granting, as is highly probable, that more direct and accurate acts of visual comparison take place in the shorter intervals, we have also the additional factor of the relatively greater number of these judgments in the shorter intervals.

It is obvious that the tendency towards incorrect judgments will be greater for like than for unlike values of N and V for the longer time intervals. For N and V in these judgments are medium shades and less apt to call out free judgments than the extreme brightnesses used as comparisons. But the effect on judgments depending on contiguous association would probably be still more pronounced: for in the first place, a medium shade of gray might be classed at one time as light and another time as dark, but neither with any great degree of conviction so that in the time order $N—V$ especially the associated member whether verbal or otherwise, might easily be confused or lost. This is shown clearly in the case of Bt who makes

not infrequent use of the note »forgot«, i. e. he cannot deliver a judgment because the norm has passed out of mind. He has 69 of these »forgots« distributed as follows:

	$V = 160°$	170°	180°	190°	200° White
Order $N—V$. . .	5	12	15	5	6
» $V—N$. . .	4	4	9	7	2
total »forgot«	9	16	24	12	8

His forgotten norms follow accordingly the inverse order of the physical brightnesses, and as is to be expected, are more numerous in the t. o. $N—V$.

With reagents who maintained practically fairly like conditions of relaxation or tension for all time intervals, we should expect different results, so far as the »like« cases are concerned. But in general, the writer would explain the results obtained in the above and in similar experiments:

1. from the presence of contiguous reproduction, usually verbal, coming from the formation of a scale of values;
2. from the presence of free judgments resulting also from the formation of a scale of values;
3. from the relatively large number of judgments of »like« for the shorter intervals resulting from the maintenance of common conditions during the periods of exposure of norm and comparison.

In conclusion the writer desires to express his thanks to Prof. Külpe, Dr. Kinkel and Mr. Borgquist for their patient and valuable services as reagents, and to Mr. Thompson for his skillful manipulation of the apparatus.

Zur Psychologie der gebundenen und der freien Wortstellung.

Von

P. Barth.

Leipzig.

Inhalt. Gebundenheit der Wortstellung in fast allen Sprachen. — Auch das Lateinische hat gebundene Wortstellung in der Volkssprache. — Ursprüngliche Freiheit der europäischen Sprachen. — Einengung dieser Freiheit. — Ursache dieser Einengung: besonders auch die Association durch Aehnlichkeit des Gefühls. — Ein Beispiel der Wirkung derselben ist wohl die Wortstellung im deutschen Nachsatze. — Die germanischen Sprachen dennoch sehr frei in der Wortstellung. — Rassenpsychologische Bedeutung dieser Thatsache.

Die Verschiedenheit der Wortstellung ist eins der bedeutsamsten, aber auch schwierigsten Probleme der vergleichenden Sprachforschung. Und zwar müsste sich eine vollständige Vergleichung nicht bloß auf den gegenwärtigen Zustand, sondern auch auf die Vergangenheit beziehen, durch den Lauf der Jahrhunderte den Wandel der Wortstellung verfolgen. Zu dieser Vollständigkeit fehlt noch sehr viel, selbst da, wo genügende Denkmäler sie ermöglichen würden. Indessen, so viel lässt sich schon jetzt aus einem allgemeinen Ueberblicke ersehen: die Gebundenheit der Wortstellung im Satze ist weitaus vorherrschend, so allgemein, dass die Freiheit ihr gegenüber eine seltene Ausnahme bildet. Ueberblicken wir einmal die großen Sprachstämme in dieser Hinsicht!

Die indochinesischen Sprachen zeigen uns eine absolut starre Wortfolge im Satze, die keine Ausnahmen zulässt. So sagt G. von der Gabelentz[1]): »Diese ganze [chinesische] Syntax beruht auf wenigen mehr oder minder unverbrüchlichen Gesetzen der Wortstellung«. Und mag auch das classische Chinesisch des Confucius

1) Chinesische Grammatik, § 254. Leipzig 1881.

und seiner Zeit, auf das sich Gabelentz zunächst bezieht, schon das Ergebniss einer langen Entwicklung, mag vielleicht die älteste Form der chinesischen Sprache freier in der Wortstellung gewesen sein, jedenfalls seit Confucius, also seit mehr als 2000 Jahren ist die alte Starrheit nur wenig gemildert worden[1]). Im höchsten Grade ist hier entwickelt, was Wundt »innere Wortform« nennt[2]). Nicht ein äußerlich sichtbares Suffix oder Präfix bezeichnet den Casus des Nomens, sondern die Stellung im Satze. Das Subject steht vor dem Prädicate, das Object nach dem Verbum, das bestimmende Wort vor dem bestimmten[3]).

Auch die ural-altaischen Sprachen haben eine typische Wortstellung. Meist steht das Object voran, dann das Verbum, zuletzt das Subject[4]).

Die Bantusprachen, die, unter einander aufs engste verwandt, einen sehr ausgeprägten, ganz Südafrika mit Ausnahme der Hottentotten und Buschmänner beherrschenden Typus bilden, zeigen ebenfalls so feste Wortstellung, dass das Subjects- und das Objectsverhältniss nur aus der Stellung erkannt werden. Desgleichen wird das Genetivverhältniss durch Vorausgehen des Begriffs des Besessenen vor dem mit zwei Partikeln eingeführten Begriffe des Besitzers bezeichnet[5]).

Die amerikanischen Sprachen, die Wort und Satz unterscheiden, wie z. B. die Sprache der Irokesen, haben ebenfalls gebundene Wortstellung[6]). Erst recht aber diejenigen, in denen der Satz nur ein erweitertes Verbum darstellt, die sogenannten einverleibenden Sprachen, bei denen »in den ein Satzganzes vertretenden zusammengesetzten Conjugationsformen die Stellung der Glieder eine gegebene ist, die sich dann auf die etwa außerhalb dieser Formen stehenden isolirten Wörter überträgt«[7]).

---

1) Vgl. C. Arendt, Handbuch d. nordchinesischen Umgangssprache, I. Stuttgart u. Berlin 1891, S. 150: »Die gewöhnliche Wortstellung ist Subject, Verbum, Object.« Und S. 159 wird von Arendt ausdrücklich die Gleichheit der Stellungsgesetze der modernen Umgangssprache und derer der (nach S. 201) sehr alten Schriftsprache hervorgehoben.

2) Wundt, Völkerpsychologie, I, die Sprache, 2. Theil. Leipzig 1900. S. 2.

3) Vgl. v. d. Gabelentz, a. a. O., §§ 255—258.

4) Wundt, a. a. O., S. 370.

5) Vgl. Fr. Müller, Grundriss d. Sprachwissenschaft, I, 2. Wien 1877. S. 252.

6) Vgl. Fr. Müller, II, 1. Wien 1882. S. 207.

7) Wundt, a. a. O., I, 2, S. 369.

Während alle diese Sprachen das Subject vorausgehen, das Verbum folgen lassen, kehren die malayo-polynesischen und die semitischen Sprachen die Ordnung um, sie lassen das Verbum vorausgehen[1].)

Insbesondere die semitischen Sprachen bieten für die vorliegende Frage viele interessante Erscheinungen. Im Verbalsatze steht das Verbum vor dem Subjecte, im Nominalsatze das Prädicat nach dem Subjecte, das Object des Verbalsatzes folgt dem Subjecte[2]).

Hier liegt keine Nöthigung vor, den Casus durch die Stellung zu bezeichnen; denn das Arabische unterscheidet im Singular oft durch drei Endungen Nominativ, Genetiv, Accusativ, mindestens aber im Singular und im Plural durch zwei Endungen den Subjectscasus gegenüber dem Genetiv und Accusativ. Eine freiere Stellung des Subjects würde also mit keiner Zweideutigkeit verbunden sein. Dennoch ist sie streng gebunden, jeder Willkür des Sprechenden entzogen.

Das Hebräische hat zwar keine Casusbezeichnung durch Flexion, wohl aber durch Präpositionen, es unterscheidet dadurch den Dativ und den Accusativ vom Nominativ; das Genetivverhältniss ist im sogenannten status constructus durch die innere Flexion des besessenen und immer vorangestellten Begriffs kenntlich gemacht. Es liegt also nie die Gefahr vor, die Casus zu verwechseln, gleichviel wo sie stehen. Dennoch ist im hebräischen Satze die Wortstellung eine durchaus gebundene. E. König meint, dass es möglich sei, den »präponderirenden Satztheil«, d. h. das psychologisch, nicht grammatisch wichtigste Wort durch Voranstellung auch äußerlich hervorzuheben. Doch muss er sogleich zugeben, dass »die Anwendung dieser Mittel zum Theil durch eine beim Verbalsatze überwuchernde Satzverknüpfungsart und im allgemeinen auch durch die Neigung zur chiastischen Wortstellung beeinflusst«, d. h. beeinträchtigt wurde[3]). Nur 33 Stellen aus der ganzen Bibel weiß er aufzuzählen, in denen das Object vorangestellt wird[4]). Und zwar zeigt diese Aufzählung, dass die Mehrzahl der Schriftsteller des Alten Testaments, wie die Verfasser des

1) Wundt, a. a. O., I, 2, S. 372.

2) Vgl. A. Socin, Arabische Grammatik, §§ 119, 122.

3) E. König, Historisch-kritisches Lehrgebäude der hebräischen Sprache, II, 2. Leipzig 1897. S. 432 f.

4) A. a. O., S. 435.

Deuteronomiums, des Buches Josua, des Richterbuches, der Bücher Samuelis, der Chronik, der Bücher Esra, Nehemia, Esther, der Sprüche, des Predigers, des Hohenlieds, die Propheten Hesekiel, Daniel, Joël, Amos, Obadja, Habakuk, Zephanja, Haggai, Sacharja, Maleachi, sich einer solchen Voranstellung ganz enthalten. Dabei ist in Bezug auf den hebräischen Accusativ durch die bezeichnende Partikel אֵת jedes Missverständniss ausgeschlossen, der Accusativ bedarf nicht der »inneren Wortform«, da er eine äußere hat.

Und diese Gebundenheit hat sich in den semitischen Sprachen im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende nicht geändert. Im Neuarabischen wenigstens besteht sie noch heute mit derselben Strenge wie im alten Arabischen. »Das Subject dieser Sätze (der Nominalsätze) heißt, womit angefangen wird, oder Inchoativ«. »Der Verbalsatz besteht in der Regel aus einem Verbum mit nachfolgendem Subject«, sagt A. Wahrmund[1]).

Noch reicher als das doch keineswegs arme Arabische ist an Flexionen das Sanskrit. Acht wohlunterschiedene Casus im Singular, deren sechs oder mindestens fünf im Plural, in dem der Form nach einige Casus mit einem andern zusammenfallen, und drei wohlgesonderte Formen des Duals lassen die Gefahr der Unerkennbarkeit des syntaktischen Werthes des Nomens minimal erscheinen. Dennoch hat auch das Sanskrit keine freie, sondern eine traditionelle Wortstellung, allerdings nur, wie B. Delbrück sagt[2]), in der Prosa und auch hier nur »in ruhiger oder gewöhnlicher Darstellung«.

Dieser Forscher fasst (a. a. O.) die Gesetze dieser »traditionellen« Wortstellung folgendermaßen zusammen: 1. Das Subject eröffnet den Satz. 2. Das Verbum schließt den Satz. 3. Die übrigen Satztheile werden in die Mitte genommen. 4. Die Apposition folgt ihrem Bezugsworte nach. 5. Der attributive Genetiv und das Adjectivum gehen dem Substantivum voran. 6. Die Präpositionen gehen dem Verbum voran, folgen aber ihrem Casus nach. 7. Die enklitischen Wörter haben, wenn sie nicht zu einem bestimmten Satztheile in nothwendiger Beziehung stehen, die Tendenz, sich an den Satzanfang

---

1) Praktische Grammatik der neuarabischen Sprache, I, 2. Aufl. Gießen 1879. §§ 336 u. 337.

2) Altindische Syntax (Syntaktische Forschungen V), S. 15 f.

anzulehnen. Daneben aber gibt es schon in der »ruhigen oder gewöhnlichen Darstellung« eine occasionelle Wortfolge, »deren hauptsächlichstes Grundgesetz das folgende ist: Je wichtiger ein Wort dem Redenden erscheint, um so entschiedener strebt es dem Anfang des Satzes zu«.

Beide Wortfolgen aber, die traditionelle wie die occasionelle, — das ist als charakteristisch für das Sanskrit festzuhalten, — gelten nicht für die gehobene Prosa, auch nicht für die Poesie.

Dieser Unfreiheit oder — wie im Sanskrit — theilweise verlorenen Freiheit gegenüber scheinen die classischen Sprachen durch die völlige Freiheit ihrer Wortstellung ausgezeichnet. Ein Beispiel sei etwa Plato, Phaedrus, 256 E: ταῦτα, τοσοῦτα καὶ θεῖα, σοι δωρήσεται ἡ παρ' ἐραστοῦ φιλία. Und für das Lateinische der bekannte Vers Vergils: Infandum, regina, jubes renovare dolorem. Das Princip der Voranstellung betonter Begriffe[1]), daneben das Gesetz des Wohllauts, scheint in den classischen Sprachen aufs genaueste befolgt zu sein, jede überlieferte äußere Norm der Wortstellung zu fehlen.

Und vielleicht verhält es sich so im Griechischen. Es hat eine Freiheit der Wortstellung entwickelt, wie keine andre Sprache[2]). Irgend welche conventionelle Beschränkungen derselben scheinen bis jetzt nicht entdeckt zu sein. Vom Lateinischen aber gilt nicht mehr das Gleiche. Für die früheren Philologen gab es nur ein Latein, die gegenwärtigen aber haben entdeckt, dass es bei den Römern so gut wie bei den Völkern der Gegenwart, neben der Kunstsprache, die allerdings bei jenen mit besonderer Virtuosität ausgebildet ist, noch eine von dieser außerordentlich verschiedene Volkssprache gibt, und dass sich sogar in unsrer Ueberlieferung Proben der Volkssprache in großer Zahl finden lassen.

So müssen wir wohl die Comödien des Plautus zur Volkssprache rechnen. Desgleichen die mannigfachen Sprüchwörter. Zur Volkssprache gehören ferner die mannigfachen Sätze, die als Wandinschriften in Pompeji und Herculanum gefunden wurden, vieles in der Cena Trimalchionis und alles, was man jetzt unter dem Namen des

1) Vgl. Wundt, Völkerpsychologie I, 2, S. 350.

2) Vgl. R. Kühner, Ausführliche Grammatik der griechischen Sprache, II, 2 2. Aufl., Hannover 1872. § 604.

des Vulgärlateins begreift, das freilich nicht bloß in seiner grammatischen Structur, sondern auch lautlich von der Schriftsprache mannigfach abweicht[1]). Dieser Volkssprache ähnlich, — jedenfalls von der Kunstsprache ebenfalls sehr differenzirt — zeigt sich die gebildete Umgangssprache, wie sie Terenz in seinen Comödien schrieb.

Dass beide, die Volkssprache, für die Plautus, und die gebildete Umgangssprache, für die Terenz typisch ist, von der Kunstsprache der Dichtung wesentlich abweichen, ist jedem Kenner des älteren Lateins bekannt. Schon die Nachahmung des griechischen Sprachgebrauchs, von der die Kunstsprache sehr durchsetzt ist, die Volks- und die Umgangssprache aber frei sind, bewirkt tiefgreifende Unterschiede. Aber auch, wo diese Nachahmung nicht hineinspielt, ist die Kunstsprache freier. In enge Grenzen ist z. B. bei Plautus und Terenz im Gegensatze zur Kunstsprache der Gebrauch des Infinitivs eingeschlossen[2]), desgleichen die Substantivirung des Adjectivs, in der die Kunstdichtung kein Maß kennt[3]).

Wo mehrere Wortfolgen möglich sind, wird in der einfachen, kunstlosen Sprache die Neigung herrschen, diejenige zu wählen, die der natürlichen Gliederung der Gesammtvorstellung entspricht, und darum schon mehr, als die anderen, eingeübt ist, also für die classischen Sprachen: Subject, Prädicat, Object, oder: Subject Object,

---

1) Vgl. F. G. Mohl, Introduction à la chronologie du latin vulgaire (Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes, vol. 122), Paris 1899, p. 266: »Le latin vulgaire est simplement le développement historique de la langue latine dans les différentes régions de l'Empire romain et durant toute l'histoire de Rome jusq'au démembrement de l'Empire, d'abord en dehors de l'idiome littéraire du Latium, puis sous son influence et sa direction.« Die eigentlich römische Volkssprache beschränkt sich also auf Latium; in allen übrigen italischen Landschaften wurde Vulgärlatein gesprochen, auch in Campanien, wo Pompeji und Herculanum lagen. Das Vulgärlatein ist so einfach eine Mischung der römischen Literatursprache mit localen, aus anderen italischen Dialekten stammenden Idiotismen. Da es aber vom Volke gesprochen wurde, ohne dass ihm eine eigne Literatursprache entgegenstand, so wird es in seinem grammatischen Charakter jedenfalls der römischen Volkssprache geglichen haben.

2) Vgl. P. Barth, De infinitivi apud scaenicos poetas latinos usu. Diss. inaug. Lipsiae 1881, p. 14, 24.

3) Vgl. P. Barth, Die Eleganz des Terenz im Gebrauche des Adjectivs. Neue Jahrbücher f. class Philologie. 30. Jahrg. (1884), S. 177 ff.

Prädicat. Es ist dies die Form des erklärenden Satzes[1]), der doch der häufigste im Verkehr ist.

In der That finden wir in den römischen Sprüchwörtern, die doch zweifellos der Volkssprache, mindestens der Umgangssprache angehören, am häufigsten diese einfache Wortstellung, wenn wir von den metrisch geformten, wo die Erfordernisse des Verses sie umgestalten, und von den bloßen sprüchwörtlichen Wendungen, die keine vollständigen Sätze sind, absehen.

Indem ich die neueste Sammlung[2]) durchmustere, und mich auf diejenigen beschränke, in denen das Subject nicht in die Verbalform eingeschlossen ist, finde ich folgende, die den eben gekennzeichneten Typus zeigen: Aqua dentes habet (S. 31); Honos alit artes (S. 42); Avaritia omnia vitia habet (S. 51)[3]); Balbus melius balbi verba cognoscit (S. 53); Sus Minervam docet (S. 60); Canis caninam non est (S. 70); Non ille capillos liberos habet (S. 74); Qui celocem regere nequit, onerariam petit (S. 79); Corvus oculum corvi non eruit (S. 93); Aliud alios decet (S. 106); Dei irati pedes lanatos habent (S. 110); Dei facientes adjuvant (S. 111); Figulus figulo, faber fabro invidet (S. 136); Homo frugi omnia recte facit (S. 147); Fulmenta lectum scandunt (S. 148); Largitio fundum non habet (S. 149); Ignis aurum probat, miseria fortes viros (S. 170); Imperitia confidentiam, eruditio timorem creat (S. 172); Strabones, qui holera spectant, lardum tollunt (S. 187); Manus manum lavat (S. 210); Pater tuus mercedes perdidit (S. 219); Mures molas lingunt (S. 234); Is qui arat olivetum, rogat fructum, qui stercorat, exorat, qui caedit, cogit (S. 254); Nemo omnia potest scire (S. 255); Qui in pergula natus est, aedes non somniatur (S. 273); Sol omnibus lucet (S. 326); Ego jam pridem tutorem meum extuli (S. 353); Venter praecepta non audit (S. 364); Quaelibet vulpes caudam suam laudat (S. 379); Vulpes pilum mutat, non mores (S. 379).

Diesen 30 Beispielen der typischen Wortstellung, die sich, wenn ich nicht alle in gebundener Rede vorkommenden ausgeschlossen hätte, leicht vermehren ließen, stehen nur drei gegenüber, in denen das

---

1) Vgl. Wundt, Völkerpsychologie I, 2, S. 351.

2) A. Otto, Die Sprüchwörter und sprüchwörtlichen Redensarten der Römer. Leipzig 1890. Die beigefügten Ziffern beziehen sich auf die Seitenzahl bei Otto.

3) So, wie auch einige der folgenden Sprüchwörter, hergestellt aus der indirecten Rede: Avaritiam omnia vitia habere putabant.

Object dem Subject vorausgeht. Und bei diesen lässt sich sehr deutlich das psychologische Motiv der Voranstellung erkennen. Es sind folgende: oleum perdit et impensas, qui bovem mittit ad ceroma (253). Hier ist die Breviloquenz des Sprüchworts, sein Streben nach Kürze schuld. Es würde sich dieser Satz der herrschenden Form fügen, wenn vor dem oleum das grammatisch eigentlich notwendige is stände, das nur der Kürze wegen weggefallen ist. In den übrigen zwei Beispielen aber: fortes fortuna adjuvat (S. 144) und immunem cives odere sui (S. 172) vertreten die Anfangsworte offenbar je einen Bedingungssatz = si qui fortes sunt und si quis immunis est (immunis hier = avarus), und sind darum vorangestellt. Denn das Bedingende muss dem Bedingten logisch und darum auch zeitlich und in der Aussage vorausgehen. Jedenfalls ist dieses Vorausgehen des Bedingenden, das Nachfolgen des Bedingten, die natürliche, ungesuchte, sich von selbst darbietende Anordnung [1]).

Ein gleiches Ergebnis erhält man, wenn man die römischen Rechtssprüchwörter durchmustert [2]). Sie zerfallen in zwei Theile. Wo nicht besonderer Anlass zur Betonung eines Begriffs gegeben ist, da ist die Wortstellung die normale, d. h. das Subject steht vor dem Prädicate und dem Objecte, so dass da, wo Nominativ und Accusativ gleich lauten,

---

1) Andere bei Otto vorkommende Fälle, in denen das Object vor dem nominalen Subject steht, betreffen kein Sprüchwort. S. 30 citirt er aus Seneca ep. 84, 2: Apes, ut aiunt, debemus imitari. In dieser trivialen, kein significantes Wort, bloß das matte »debemus« enthaltenden Fassung klingt diese Sentenz durchaus nicht sprüchwörtlich. Es ist offenbar, dass Seneca nur den Inhalt, nicht die Form des Sprüchwortes anführt. S. 87 steht bei Otto ein Satz Ulpians aus den Digesten (48, 19, 18): Cogitationis poenam nemo patitur. Doch fügt Otto selbst hinzu: »Ob derselbe aber schon im Alterthum sprüchwörtliche Geltung hatte, ist zweifelhaft.« Endlich, was Otto S. 343 wieder aus Seneca (De Ira, II, 22, 3 anführt: »Veritatem dies aperit«, ist von Seneca als Sprüchwort nicht bezeugt und findet sich nie, wie es bei einem Sprüchwort nothwendig wäre, mit denselben Worten bei einem andern römischen Schriftsteller. Ebenso wie mit diesem letzten Beispiele verhält es sich mit folgenden: Aequat omnes cinis (229), Permultis ei indigent, qui permulta possident (232). Invenit patella operculum (267, wo mehrere andere Fassungen desselben Gedankens citirt werden). Ferrum rubigo consumit (135, neben drei anderen Fassungen). Novit salutem medicina, morbos autem non novit (216, wahrscheinlich, wie dort nachgewiesen wird, ein Vers eines Dichters).

2) Am besten zusammengestellt als »Register der Parömien« von H. Dernburg, Pandekten, 6. Aufl., 1900, am Anfang von I, 2, II und III.

das vorangehende Wort den Nominativ bedeutet, z. B. petitorium absorbet possessorium. Wo aber ein Satzglied betont und darum an den Anfang gesetzt wird, tritt eine völlige Inversion ein. Das Subject kommt dann ans Ende. Typisch für die erste Form ist: Locus regit actum, für die zweite: Casum sentit dominus. Von 27 Sprüchwörtern, die, weil Subject, Verbum, Object enthaltend, in Frage kommen, gehören 22 zum ersten Typus, zum zweiten außer dem oben angeführten folgende drei: Minima non curat praetor. Jura novit curia. Quem de evictione tenet actio, eundem repellit exceptio[1]). Ein einziges, nulli res sua servit, enthält eine Voranstellung des betonten Begriffs ohne weitere Inversion.

Dieselbe Häufigkeit der Wiederholung wie für die Rechtssprüchwörter ist wohl für die einzelnen Gesetze anzunehmen, die in den zwölf Tafeln verzeichnet waren. Sie sind ja sicherlich nicht vom Gesetzgeber erst festgestellt, sondern, längst durch den Gebrauch zur Geltung gelangt, von ihm nur aufgezeichnet worden. Nirgends in den Überresten, die uns erhalten sind, geht das Object dem Nominativ voraus[2]). Si pater filium ter venum duuit ist die typische Wortstellung, die noch starrer als in den Rechtssprüchwörtern sich darstellt, weil das Verbum fast immer, in Haupt- wie in Nebensätzen, am Ende steht. Freilich, bei der Spärlichkeit der Ueberreste sind es nur elf Sätze, in denen diese typische Wortstellung erscheint, denen allerdings kein gegentheiliges Beispiel gegenübersteht.

Um so wichtiger ist für die Kenntniss des Sprachgebrauchs der zwölf Tafeln die Nachahmung derselben, die Cicero in seiner Schrift de legibus III, 3 und 4 gegeben hat. Es sind hier 131 Sätze, in denen das Prädicat 126 Mal am Ende, nur fünfmal weiter vorn steht. Die Nachahmung stimmt darin mit dem Original überein, so dass die Endstellung des Verbums für das alte Latein als typisch gelten kann. Ebenso typisch ist die Voranstellung des Nominativs vor das Object. Wenn man die einzelnen Glieder zusammengezogener Sätze gesondert zählt, gibt es in Cicero's Nachahmung 39 solcher Sätze. Wenn man die zusammengezogenen Sätze nur als je einen gelten lässt, sind

1) Ein bei Dernburg angeführtes Sprüchwort mit völliger Inversion stammt nicht aus dem Corpus juris, sondern aus den mittelalterlichen Glossen.

2) Vgl. Fontes juris Romani antiqui ed. E. G. Bruns, 5. ed. Freiburg 1887. S. 14—42. In »rogum ascea ne polito« (S. 34) ist »ascea« Ablativ.

es ihrer immer noch 16, denen nur drei mit umgekehrter Wortfolge entgegenstehen. »Omnes magistratus auspicium judiciumque habento[1]«, die Wortfolge dieses Satzes ist so allgemein, dass sie beinahe als gesetzmäßig gelten kann. Jedenfalls ist die Sprache des alten römischen Rechts in ihrer Wortfolge sehr weit entfernt von individueller Freiheit.

Aber selbst da, wo es sich nicht um formelhafte, gewissermaßen erstarrte Sprüchwörter oder Rechtssätze handelt, bietet die Volkssprache eine große Regelmäßigkeit der Wortstellung[2].

Die persönlichen Pronomina zeigen eine Wortfolge, die, weil ausnahmslos, als Gesetz gelten kann: 1. Der Nominativ der ersten und zweiten Person steht immer vor jedem Casus obliquus derselben Personen. Z. B.: ego te laudo, nicht umgekehrt. 2. Wenn zwei Casus obliqui der ersten und zweiten Person zusammenkommen, steht der Accusativ voran. Z. B.: me tui misereri postulas[3]. Und noch eine Reihe ähnlicher Regeln lässt sich aufstellen, die ebenfalls, weil keine Ausnahme zulassend, Gesetze genannt und von den Ausnahmen zulassenden »Normen« ausdrücklich unterschieden werden[4].

Diese Regelmäßigkeit der Stellung gerade der Pronomina gibt vielleicht eine Erklärung für eine scheinbar zufällige Erscheinung in den romanischen Sprachen. Wenn im Italienischen und im Spanischen sowohl in der modernen wie in der alten Sprache, falls nicht besondere Künstelei beabsichtigt ist, das Pronomen der dritten Person, das vom lateinischen ille herkommt, nie dem der ersten vorangeht, sondern immer folgt[5], so ist das wohl darauf zurückzuführen, dass

---

1) A. a. O. ed. Vahlen, 2. ed. Berolini, 1883, lib. III, 3, 10.

2) Zuletzt hat darüber gehandelt E. Kellerhoff, De collocatione verborum Plautina quaestiones selectae, in Studemund's Studien auf dem Gebiete des archaischen Lateins, 2. Bd., Berlin 1891, S. 49—84. Ich verdanke den Hinweis auf diese Schrift ebenso wie auf die oben genannte von Mohl Hrn. Prof. Fr. Marx.

3) Kellerhoff, a. a. O., S. 51 f.

4) Kellerhoff, a. a. O., S. 50.

5) Vgl. F. Diez, Grammatik der romanischen Sprachen, III (5. Aufl.), Bonn 1882, S. 1109 vom Italienischen: »Li, le, lo, la stehen den andern (Fürwörtern) gewöhnlich nach, zierlich auch voran.« Vom Spanischen sagt Diez (a. a. O.), dass, wenn mehrere Fürwörter zusammentreffen, der Dativ dem Accusativ vortritt. Da aber die Dative der dritten Person (le, les) dann durch se ersetzt werden, so folgen die wirklich in Verbindung mit andern gebrauchten Fürwörter der dritten Person diesen andern immer nach.

in der römischen Umgangssprache die Stellung me illi, mihi illum viel gebräuchlicher als die umgekehrte war[1]).

Aber nicht bloß von dem persönlichen Pronomen gilt diese Regelmäßigkeit. Jedes Pronomens und jedes Nomens Nominativ steht ausnahmslos in der sogenannten Figura etymologica vor dem Casus obliquus. Z. B.: hospes hospitem salutat[2]). Auch Negationen, Conjunctionen und Partikeln zeigen eine überraschende Regelmäßigkeit ihrer Stellung[3]). Ferner sind Formeln wie ita me di ament ganz fest und unabänderlich geprägte Münzen[4]). Und dies alles, obgleich die hier in Betracht kommenden Schriftsteller Verse schreiben, also gewiss sehr oft in Versuchung gekommen sind, der Prosodie wegen von dem Gebräuchlichen abzuweichen.

Diese Erstarrung der Wortstellung, die wir an der Umgangssprache des Lateinischen bemerken, oder vielmehr diese Tendenz zur Erstarrung lässt es nicht wunderbar erscheinen, dass wir dieselbe Tendenz in allen romanischen Sprachen wirksam finden, bis sie ganz durchdringt. Dante ist noch viel freier als der italienische Dichter von heute und dieser wieder freier als der Prosaiker. Er darf noch den Accusativ eines Nomens vor das Verbum setzen, was die Prosa stets vermeidet. Ganz ähnlich verhält es sich im Spanischen, während

---

1) Diese Stellung oder wenigstens die deutliche Tendenz dazu zeigt sich schon bei Terenz. An 53 Stellen steht bei ihm ein Personalpronomen der ersten oder der zweiten Person ohne Präposition mit einem Casus von »ille« so zusammen, dass dieses ohne Substantivum und ohne Präposition gesetzt ist, also dem aus ihm entstandenen französischen pronom conjoint der dritten Person und den entsprechenden italienischen oder spanischen Wörtern gleichwerthig ist. An 47 Stellen habe ich das persönliche Fürwort vor dem Casus von »ille« stehend gefunden, nur an 6 Stellen, Andr. 952 (ed. Umpfenbach), Haut. 159, 495, 703, Phorm. 676, Hec. 580, folgend. Ad. 829 »illos tu« ist nicht zu rechnen, weil »illos« zum Relativsatze, »tu« zum Hauptsatze gehört. »Iste« folgt bei Terenz in derselben Weise wie »ille« 23mal einem persönlichen Fürwort, nur zweimal, Haut. 683, Phorm. 530, steht es ihm voran. Auch hier ist die Regelmäßigkeit auffallend. Wenn man sich auf die Casus obliqui der persönlichen Pronomina und von ille und iste beschränkt, auch diejenigen Accusative, die im Acc. cum Inf. als Subjecte stehen, ausscheidet, kann man ein ausnahmsloses Gesetz der Nachstellung von ille und iste nach den persönlichen Fürwörtern gewinnen. Nur Hec. 580 stände dagegen, wo jedoch die Ueberlieferung unsicher ist.

2) Kellerhoff, a. a. O., S. 58.

3) Ebenda, S. 60 ff.

4) Ebenda, S. 77 ff.

im Französischen auch in der Poesie eine solche Voranstellung des Accusativs unmöglich, überhaupt die Poesie fast ebenso gebunden wie die Prosa ist.

Die größere Freiheit des Angelsächsischen, von der weiter unten die Rede sein wird, ist nicht mehr vorhanden. Der romanische Einschlag, der mit dem Normannischen ins Angelsächsische kam, hat hier das Flüssige erstarren lassen, so dass das heutige Englisch in Poesie und Prosa der Festigkeit der französischen Wortstellung nicht viel nachgibt[1]).

Interessant ist es nun mit denjenigen modernen Sprachen, die den Einfluss des Lateinischen erfahren haben, diejenigen zu vergleichen, die nur von der Sprache der freiesten Wortstellung, dem Griechischen berührt worden sind, nämlich die slavischen Sprachen. Was zunächst das Russische betrifft[2]), so ist im Altrussischen Anfangs- und Endstellung des Verbums herrschend, die erste in der Erzählung, die zweite in der Schilderung, die Mittelstellung, zwischen Subject und Object, tritt nur da ein, wo das Subject besonders betont ist. In der heutigen Volkssprache hingegen »nimmt die Mittelstellung den breitesten Raum ein, ohne dass sich für ihr Auftreten jedesmal Gründe finden ließen; ja sie verdrängt die Anfangsstellung sogar aus ihrem eigensten Gebiete, den Sätzen mit einleitender Bestimmung. Und das ist im ganzen auch der Standpunkt der Schriftsprache, nur dass die Mittelstellung noch stärker überwiegt«[3]). Berneker ist nicht geneigt, dies auf das Beispiel fremder Sprachen, der deutschen oder der französischen zurückzuführen, da auch die von diesem Beispiel unberührte Volkssprache in eigener klarer Entwicklung zu dieser Wortfolge gelangt ist. In der polnischen Volks-

1) Vgl. E. Mätzner, Englische Grammatik, III, 2, 3. Aufl., Berlin 1885, S. 586: »Die englische Sprache, obwohl ärmer an Biegungsformen als die romanischen, hat Vorzüge vor diesen in der Anordnung der Wörter und Satzglieder bewahrt, welche sie im wesentlichen dem Angelsächsischen verdankt . . . . Die volle Freiheit des Angelsächsischen ist ihr natürlich selbst in der Poesie versagt; aber Nachklänge germanischer Wortanreihungen hat sie dauernd bewahrt und am meisten in der Poesie verwerthet, wie in Mundarten und in der Volkssprache mehrfach abgespiegelt.« Diese Darstellung ist wohl für die Freiheit des heutigen Englischen noch zu günstig.

2) Ich folge hier der Schrift von E. Berneker, Die Wortfolge in den slavischen Sprachen. Berlin 1900. S. 29 f.

3) Berneker, a. a. O., S. 30.

sprache sind alle drei Stellungsarten des Verbums ziemlich gleich häufig vertreten[1]). In der polnischen Schriftsprache aber ist die Mittelstellung des Verbums vorherrschend[2]). Also auch hier, im Russischen, trotz einstiger Einwirkung des Griechischen, und im Polnischen, finden wir eine Einengung der ursprünglichen Freiheit.

Noch augenfälliger aber ist diese Einengung in den reingermanischen Sprachen, soweit ihre Prosa in Betracht kommt. W. Braune[3]) charakterisirt den Entwicklungsgang ihrer Wortstellung folgendermaßen:

Die urgermanische Wortstellung war eine freie, d. h. das Verbum konnte sowohl im Hauptsatze als im Nebensatze ganz beliebig am Anfange, in der Mitte oder am Schlusse stehen. Ulfilas hält sich in seiner Übersetzung einfach an seinen griechischen Text, weil eben im Gothischen dieselbe Freiheit wie im Griechischen herrschte. Im weiteren Verlaufe der Sprachgeschichte hat eine Beschränkung derselben stattgefunden. Es trat eine Bevorzugung der Anfangsstellung des Verbums in Haupt- und Nebensätzen ein, die Schlussstellungen schwanden. Und so verhält es sich noch in den neunordischen Sprachen.

Im Alt-Angelsächsischen zeigt sich eine Tendenz zur Differenzirung zwischen Haupt- und Nebensätzen, zur Schlussstellung in den letzten, zur Anfangsstellung in den ersten. Doch griff diese Tendenz nicht durch. Im späteren Englisch sind Nebensatz und Hauptsatz in Bezug auf die Stellung des Verbums gleich, da beide es an zweiter Stelle haben.

Nur auf dem deutschen Boden ist diese Tendenz zur Differenzirung zweier Satzarten durchgedrungen. Schon im Althochdeutschen ist die Schlussstellung des Verbums für den Nebensatz die »weitaus herrschende Regel«, im Neuhochdeutschen ist sie ein unverbrüchliches Gesetz.

In Bezug auf das Gothische kommt G. H. Mc Knight[4]) zu demselben Ergebniss wie Braune. Für die übrigen altgermanischen

---

1) Ebenda, S. 50.

2) Ebenda, S. 52.

3) Forschungen zur deutschen Philologie (Festgabe für Rudolf Hildebrand). Leipzig 1894. S. 50 f.

4) Primitive Teutonic Order of Words, in: Journal of Germanic Philology, vol. I (1897), S. 159 f.

Dialekte nimmt er eine allerdings auch im Gothischen schon leise beginnende Neigung an, in allen affirmativen Sätzen, gleichviel ob Haupt- oder Nebensätzen, das Verbum ans Ende zu setzen[1]). Aus welchen Ursachen diese Tendenz im Deutschen sich auf die Nebensätze beschränkt, in diesen aber auch auf die negativen sich ausgedehnt hat, lässt er unerörtert. Für uns ist wesentlich, dass Mc Knight die völlige Freiheit der Verbumstellung im Gothischen zugibt. Auch H. Wunderlich, der zuletzt über die Frage der deutschen Wortstellung gehandelt hat[2]), gibt zu, »dass die älteste Wortstellung im Deutschen frei gewesen ist, wie in andern indogermanischen Sprachen, und sich die ursprüngliche Mannigfaltigkeit, die auch im Hauptsatze die Schlussstellung (des Verbums) ermöglichte, erst im Laufe der Entwicklung einengte.« Als feste Stellungen, die allmählich die ursprüngliche Freiheit eingeengt haben, nennt Wunderlich[3]) außer der Endstellung des Verbums im Nebensatze die des Imperativs, des Jussivs, des Optativs, die immer am Anfange des Satzes stehen, die Frageform, die das betonte Wort an den Anfang setzt, und die Anfangsstellung des Verbums in dem Hauptsatze, der einem Nebensatze folgt.

Für die Wortstellung des Nebensatzes macht Wunderlich[4]) als Erklärungsgrund mit Recht geltend, dass der Hauptsatz sich in einzelnen Momenten vor dem Hörer aufbaut, der Nebensatz aber abgeschlossene Vorstellungen dazwischen schiebt, mit denen der Hauptsatz als mit einer Einheit operirt. Daraus ergebe sich, dass das Verbum des Nebensatzes der Träger des Einheitsgedankens werde und darum nach einem auch sonst geltenden deutschen Gesetze die Reihe schließen müsse. So trete bei Zusammensetzungen das bestimmende Wort ebenfalls voran, das bestimmte, der Träger der Bestimmung, ans Ende, das Substantiv stehe nach dem bestimmenden Adjectiv, der Infinitiv oder das Participium in der periphrastischen Conjugation nach dem bestimmenden Hülfszeitworte.

Desgleichen gibt Wunderlich[5]) für die Stellung des Imperativs, des Jussivs und für die Frageform den einleuchtenden psychologischen Grund an, dass »hier jedenfalls derjenige Satztheil an die Spitze tritt,

---

1) A. a. O., S. 219.
2) Der deutsche Satzbau, I, 2. Aufl., Stuttgart 1901, S. 403.
3) A. a. O., S. 413 ff. 4) A. a. O., S. 404. 5) A. a. O., S. 414.

dessen Inhalt im Vordergrunde des Bewusstseins steht.« Warum aber, wenn das Subject den Satz nicht eröffnet, die Inversion bald stattfindet, bald, wie nach den Bindepartikeln: »und, aber, auch, oder« unterbleibt, davon weiß Wunderlich keine Rechenschaft zu geben. Ebenso wenig von der Anfangsstellung des Verbums im Nachsatze. Denn das »Gefühl für Parallelismus«, das er anführt[1]), könnte sich doch nur auf den voraufgehenden Nebensatz beziehen, müsste also das Verbum nicht an den Anfang, sondern ans Ende rücken. Und schließlich muss Wunderlich zugeben, dass die Fälle, in denen das Verbum aus psychologischem Grunde, weil im Vordergrunde des Bewusstseins stehend, vorangestellt wurde, auf die andern, wo dies nicht der Fall war, schablonisirend gewirkt haben.

Aber die Schablonisirung waltet nicht bloß in der Wortstellung des Nachsatzes. Auch in den häufiger gebrauchten Formeln der Umgangssprache macht sie sich geltend. Während einige derselben noch nicht erstarrt sind, so dass man z. B. ohne erheblichen Unterschied der Schattirung sagen kann, »wünsche viel Vergnügen« und »viel Vergnügen wünsch' ich«, sind andere schon viel fester geworden. »Ich bitte um Verzeihung« ist die gewöhnliche Einleitung zu einem diesem Anfange entsprechenden Satze. Wenn eine Umstellung eintritt: »Um Verzeihung bitte ich«, so gibt sie der Rede schon eine gewisse Feierlichkeit, weil wir sie als ungewohnt fühlen. Ebenso wie bei dieser letzten verhält es sich bei anderen conventionellen Formeln: »Ich habe die Ehre, ich habe das Vergnügen, ich bin sehr erfreut, ich bitte mich zu Hause zu empfehlen« u. a. Ganz fest sind vollends ähnlich wie im Lateinischen ita me di ament u. a. auch die deutschen Schwurformeln geworden: Gott straf mich, Gott verdamm' mich, so wahr mir Gott helfe, weiß Gott, da sei Gott vor, und überhaupt alle religiösen Formeln: Gott sei Dank (»Dank sei Gott« wäre ganz ungewohnt und feierlich), Gott sei Lob und Dank, Gott sei's geklagt, grüß Gott u. a. »Gott sei bei uns« ist sogar zu einem Nomen erstarrt.

Freilich mit dem Begriffe der fortschreitenden Schablonisirung ist noch nichts erklärt. Es ist nur die Thatsache constatirt.

Warum, um eine von den mannigfachen Schablonisirungen herauszugreifen, die im Althochdeutschen noch nicht allgemeine End-

1) A. a. O., S. 418.

stellung des Verbums im Nebensatze sich streng durchsetzt, warum die Inversion in dem auf einen Nebensatz folgenden Hauptsatze, im Mittelhochdeutschen noch keineswegs feststehend, allmählich für die Prosa zum unverbrüchlichen Gesetze wird, das kann nur aus stetig wirkenden Kräften und Processen des Seelenlebens erklärt werden.

Mit Recht hat Wundt öfter in seiner »Völkerpsychologie« alle bewusste Teleologie, auch alle besonderen für die Sprache angenommenen Triebe, den Trieb zur Bequemlichkeit, den Trieb zur Erhaltung bedeutsamer Unterschiede, den Trieb zur Gleichförmigkeit, die »Rudimente der alten Erfindungstheorie vom Ursprunge der Sprache« als unwirklich abgelehnt[1]). Es bleiben vielmehr auch für die Erscheinungen der Wortstellung nur die Processe der Association und der Apperception als Ursachen aller Veränderungen übrig.

Hier liegt noch eine ganze Reihe von Problemen für die Philologen der Einzelsprachen, wie für die vergleichenden Sprachforscher. Da solche Processe wie Erstarrung der Wortstellung nicht plötzliche Ereignisse, sondern langsam sich durchsetzende Veränderungen sind, so ist es gewiss öfter möglich, ihre verschiedenen Etappen nachzuweisen und so auch den zu Grunde liegenden inneren psychologischen Vorgang bloßzulegen. An dieser Stelle will ich nur eine Erscheinung, für die, wie oben erwähnt, Wunderlich keinen Grund weiß, die Voranstellung des Verbums im Nachsatze auf einem wenigstens möglichen Wege aufzuklären suchen.

Die Association, der erste der oben genannten Grundprocesse, ist für die Bildung und das Leben der Sprache von einer anscheinend allmächtigen Bedeutung. Wie unendlich viele Neubildungen der Sprache beruhen auf ihr! Es ist kein Wunder, dass D. Hume sie das universale Gesetz des Geisteslebens nannte, das so allgemein herrsche wie das der Gravitation in der Natur.

Dennoch ist sie nicht Alleinherrscherin. Gerade die Wortstellung zeigt eine sehr deutliche Wirkung der Apperception, nämlich die Voranstellung des betonten, weil appercipirten, d. h. in den Blickpunkt des Bewusstseins gerückten Begriffes.

Durch solche Apperception ist wohl zuerst eine Einengung der völligen Freiheit der Wortstellung erfolgt. Infolge der Rangordnung, die die Begriffe im Bewusstsein haben, entsteht im bestimmten Falle

1) Völkerpsychologie I, 1, S. 352 f., I, 2, S. 588.

eine bestimmte Wortfolge. Die allgemeine Voranstellung des Verbums, wie sie im Deutschen nach einer adverbialen Bestimmung geschieht, mag zuerst in solchen Sätzen stattgefunden haben, die zu einer Reihe von Sätzen desselben Subjects gehören. Solche Reihen sind in der naiven Sprache wohl häufiger, als die mit wechselndem Subjecte, schon weil die Ich-Erzählungen, in denen eine ganze Geschichte hindurch das Subject dasselbe bleiben kann, dem naiven Menschen sehr natürlich und darum sehr häufig sind. Innerhalb einer solchen Geschichte bleibt das Subject das alte, es wird darum nicht weiter betont. Neu sind nur die innerhalb der gleichbleibenden Gesammtlage sich ändernden Einzelumstände. Diese werden darum betont und deshalb im Deutschen als adverbiale Bestimmung immer vorangestellt. Neu ist auch jede Einzelphase der Thätigkeit des Subjects, also das Prädicat, das darum sofort nach der adverbialen Bestimmung ausgesprochen wird. Dasselbe logische Verhältniss aber, wie zwischen der adverbialen Bestimmung und dem Reste des Satzes, besteht zwischen dem voraufgehenden Nebensatze und dem folgenden Hauptsatze. Darum ist es bei gleichbleibendem Subjecte durchaus natürlich, dass auch hier, im Nachsatze, das Verbum voran, das bereits bekannte Subject nach ihm gesetzt wird. Das Vorbild solcher Sätze hat aber weiter auf die Fälle gewirkt, in denen das Subject wechselte, und auch diese der Regel der Voranstellung des Verbums unterworfen. Um ein Beispiel zu geben: Durch die Gesetze der Apperception begründet ist etwa folgende Satz- und Wortfügung: »Der König traf auf den Feind. Als dessen Stellung erkannt war, erstürmte er dieselbe.« Das Erstürmen ist hier bei gleichbleibendem Subject das einzige Neue, darum betont und vorangestellt. Wenn aber bei wechselndem Subject dieselbe Wortfügung eintritt, wenn es heißt: »Der Feind wurde getroffen. Als seine Stellung erkannt war, erstürmte der König dieselbe«, so ist dies eine Folge der Analogie des ersten Satzgefüges, das auf das zweite inducirend gewirkt hat.

Und eine solche Induction geschieht durchaus auf dem Wege der Association. Es liegt hier, um einen Ausdruck Wundt's zu gebrauchen, eine »associative Fernewirkung«[1] vor, wie sie so häufig auch den Lautwandel in den Sprachen bestimmt und nicht minder

1) Völkerpsychologie I, 1, S. 457 ff.

bedeutsam für den Bedeutungswandel ist. Indessen fast alle sonstigen Fälle associativer Fernewirkung liegen einfacher, als der Fall der Uebertragung der Wortfolge. Bei der »falschen Analogie« handelt es sich, wie Wundt seine Theorie der Association der Vorstellungselemente damit erhärtend nachweist[1]), um Association gewisser Theile eines Wortes mit ähnlich lautenden eines andern und um daraus erfolgende Angleichung des ersten an das letzte. Auch in dem großen Gebiete des Bedeutungswandels, z. B. bei der Metapher, handelt es sich, soweit die Association mitwirkt, um zwei Vorstellungen oder Vorstellungscomplexe, die durch Aehnlichkeit oder Complication mit einander verbunden sind. Hier aber, bei den zwei Sätzen, die beide mit adverbialer Bestimmung beginnen, der eine das bisherige Subject behaltend, der andre ein neues einführend, und ebenso bei den zwei Nachsätzen, deren einer durch seine Wortfolge auf den andern wirkt, ist keine weitere Aehnlichkeit vorhanden, als die Gleichheit des logischen Verhältnisses eines jeden der beiden Sätze zum Vorhergehenden. Wenn nun die Sprache nach logischer Consequenz sich aufbaute, so wäre ja der oben angenommene Uebergang der Wortstellung von Hauptsätzen gleichen Subjectes auf Hauptsätze wechselnden Subjectes ohne weiteres erklärt.

Aber die Sprache verfährt nicht nach formaler Logik. Sonst müsste im Deutschen die Inversion nach allen Bindewörtern stattfinden, nicht nach »und, aber, auch, oder« unterbleiben. Eine logische Sprache würde auch nicht sagen, wie es im Deutschen heißt: »Ehe du nicht gesund wirst, bin ich nicht ruhig«, sondern würde die erste Negation weglassen. Offenbar ist die unlogische Verneinung entstanden durch associirenden Einfluss einer andern Anschauung desselben Sachverhältnisses, die vollkommen logisch gefasst wird: »So lange du nicht gesund bist, bin ich nicht ruhig«. Es muss also auch zwischen den beiden oben unterschiedenen Nachsätzen nicht eine logische Consequenz, sondern ein associirendes Moment die Verbindung hergestellt haben. Welcher Art aber ist dieses, da eine Aehnlichkeit ihrer concreten Elemente nicht vorhanden ist?

Am nächsten scheinen diesem Falle der Einwirkung der Wortstellung des einen Nebensatzes auf einen andern Processe zu kommen,

---

1) A. a. O., S. 460 ff.

wie der, aus dem die Zahlwörter entstehen. Hier sind es auch nicht die concreten Elemente, die die Association bewirken. Bei den Naturvölkern sind es ja bekanntlich collectiv auftretende Gegenstände, die zu Vertretern des Zahlbegriffs werden. »Zehen des Straußes« bedeutet 4, »Finger der Hand« oder »Hand« 5, »Finger zweier Hände« oder »zwei Hände« 10, der »ganze Mensch« (womit die Finger und die Zehen zusammengenommen gemeint sind) 20[1]). Und noch in den classischen Sprachen deutet die Etymologie auf eine ebenso concrete Urbedeutung der Zahlwörter. Das griechische δέκα ist verwandt mit δάκτυλος, δείκνυμι, decem ebenfalls mit digitus, das deutsche »zehn« mit »zeihen« und »zeigen«. Welche Aehnlichkeit oder Gleichheit ist es nun, die den Wilden veranlasst, bei dem Anblick von 10 Büffeln an die 10 Finger seiner Hand zu denken und zu sagen: »2 Hände Büffel«. Man könnte geneigt sein eine besondere, neue Art von Association anzunehmen, etwa eine »abstrahirende Association«, kraft deren eine abstracte Beziehung, in diesem Falle die Zahl der Wiederholungen, als gleich erkannt sei und die Verbindung hergestellt habe. So sehr dies im allgemeinen bei einem hoch entwickelten Intellecte möglich ist, bei dem eine solche abstrahirende Association sicherlich wirkt, so wenig darf man für das primitive Denken und für das in der Sprachbildung wirksame Denken, die beide nicht nach logischen Motiven arbeiten, eine solche logische Association annehmen. Vielmehr scheint es mir nothwendig, einen andern Weg zum Verständniss beider Fälle zu bahnen, des einen, in dem scheinbar der abstracte Zahlbegriff, des andern, in dem das logische Verhältniss des Nachsatzes zum Vordersatze associirend wirkt.

Was den Wilden veranlasst, etwa die Straußzehen mit 4 Büffeln in Verbindung zu bringen, ist wohl weniger ein Vorstellungselement, als vielmehr eine Aehnlichkeit des begleitenden Gefühles, die Wundt »Analogie der Empfindung« genannt hat. Jede Wiederholung, wie der Anblick von 4 Büffeln, erzeugt ein unwillkürliches Aufmerken auf die Thatsache der Wiederholung, die gegenüber dem sonst allgemeinen Wechsel der Erscheinungen eine Ueberraschung ist. Dies Aufmerken aber ist eine Anstrengung, mit dem Gefühle der Thätig-

1) Vgl. Wundt, Völkerpsychologie I, 2, S. 25 ff. Auch E. B. Tylor, Einleitung in das Studium der Anthropologie und Civilisation, deutsche Uebersetzg., Braunschweig 1883, S. 372 f.

keit verbunden. Und zwar ist das begleitende Gefühl verschieden, je nachdem das Aufmerken ein-, zwei-, drei- oder viermal geschieht. Wenn nun 4 Büffel erblickt werden, so wiederholt sich das Gefühl, das beim Anblick der immer verbundenen vier Straußenzehen oft aufgetreten ist, und bewirkt die Reproduction dieser schon sehr eingeübten Vorstellung.

Aehnlich geht es zu bei der Uebertragung der Wortstellung von Satzreihen gleichen Subjects auf solche, deren Subjecte ungleich sind. In den ersten wird das Verbum im Nachsatze vorangestellt, weil es zweifellos der wesentliche, weil neue Bestandtheil des Nachsatzes ist. Man hat nach dieser Voranstellung das Gefühl, das Nothwendige jedenfalls gesagt zu haben, selbst wenn die Rede plötzlich abbräche, ein Gefühl der Lösung gegenüber der Spannung, die im Vorsatze des Aussprechens eines complexen Gedankens liegt. Dieses Gefühl tritt nach Voranstellung des Verbums dann auch in solchen Sätzen ein, wo das Verbum nicht so zweifellos das einzige Neue und darum Wichtigste ist. Das Gleiche in beiden Satzgefügen ist das Gefühl der Abgeschlossenheit des Nebensatzes und das Streben, vom Hauptsatze nun das Neue, Wichtigste vorauszunehmen. Diese beiden Gefühlsmomente bewirken die Reproduction eines seiner ganzen Natur nach häufigeren, besser eingeübten Satzgefüges mit gleichem Subjecte im voraufgehenden Satze und vorangestelltem Verbum im Nachsatze des folgenden Gefüges und bewirken durch ihre Gleichheit in beiden Fällen, dass der zweite Fall, das Satzgefüge mit einem gegen das vorausgehende neuen Subjecte, dem ersten so ähnlich wie möglich, also das Verbum auch vorangestellt werde.

Die Association infolge analoger Gefühle ist von Wundt sehr oft zur Erklärung der Erscheinungen herangezogen worden, öfter — und, wie mir scheint, immer mit Recht, — als von den früheren Psychologen. Schon die mimischen Bewegungen sind ursprünglich durch Sinnesreize hervorgerufene Triebbewegungen, werden aber später allem möglichen seelisch Bitteren oder Süßen zugesellt, und zwar »infolge jener Association analoger Gefühle, die ihrerseits nur als ein Specialfall des durch zahlreiche Erfahrungen bestätigten allgemeinen Associationsprincips angesehen werden muss« [1]). Für die

1) Völkerpsychologie I, 1, S. 112.

Lautsprache aber, auch eine Gebärde, wie die mimischen Bewegungen, ist nach Wundt von grundlegender Bedeutung die »Lautmetapher«. Sie ist die Verbindung des Gefühlstones einer Vorstellung mit dem Gefühlstone eines Lautes, und bewirkt neben andern Factoren die Entstehung der Bedeutung des Lautes, spielt also eine sehr wichtige Rolle schon für den Ursprung der ersten Beziehungen der Laute zur objectiven Welt. Besonders sicher glaubt Wundt da eine Lautmetapher annehmen zu dürfen, wo eine correlative Veränderung des Lautes sowohl als der ihm entsprechenden Bedeutung stattfindet[1]). So beruht auf Lautmetapher der Wechsel des Consonanten sowohl in den persönlichen Fürwörtern des Sanskrit (ma, ta, sa, = ich, du, er) als in den gleichbedeutenden und gleichklingenden Wörtern der Lappen (mon, ton, son). Auf Lautmetapher beruhen auch die parallel gehenden Variationen des Verbalstammes sowohl als der Bedeutung, die in den hebräischen und in den arabischen, überhaupt in den semitischen »Conjugationsformen« erscheinen. Erhöhung oder Vertiefung des Vocaltons und Verstärkung des Anlauts durch Präfixe drücken hier erregende oder herabstimmende Gefühlswirkung aus, die den das Activum oder Passivum oder Reflexivum oder Causativum begleitenden Gefühlen analog ist. Das subjective Gefühl allein ist auch das Mittelglied, durch das eine Verdoppelung von Silben oder Lauten, also ein extensives Wachsthum des Wortes zur Bezeichnung größerer Intensität, also eines intensiven Wachsthums der bezeichneten Vorstellung gebraucht werden kann[2]).

Sehr bedeutungsvoll sind ferner die Associationen auf Grund übereinstimmender Gefühle beim Bedeutungswandel[3]). So, wenn »elend« aus der ursprünglichen Bedeutung »außer Landes« in die weitere »unglücklich« übergeht.

Und eine Wirkung des Gefühlstones ist es meines Erachtens auch, wenn eine in einem bestimmten Falle psychologisch begründete nothwendige Wortstellung sich auf einen andern Fall überträgt, in dem sie bloß wegen allgemeiner Aehnlichkeit der logischen Verhältnisse möglich, aber nicht nothwendig ist. Jedenfalls ist es wohl ganz falsch, hier eine bewusste logische Consequenz, ein bewusstes Streben

---

1) Völkerpsychologie I, 1, S. 333, 338.
2) Ebenda, I, 1, S. 588 f., 596.
3) Ebenda, I, 2, S. 530.

nach Einheitlichkeit der Wortstellung anzunehmen. Diese Einheitlichkeit der Erscheinungen ist vielmehr, wie Wundt oft hervorhebt[1]), nicht das vorschwebende Motiv, sondern das unbeabsichtigte Ergebniss der sprachlichen Veränderungen. Und einmal, wo die logische Verbindung scheinbar mit Händen greifbar ist, macht Wundt doch keinen Gebrauch davon, um die vorliegende Association zu erklären. Es ist dies die Vertauschung von Begriffen gleicher Gattung wie »gehen« und »fahren«, die in dem pathologischen Zustande der Paraphasie vorkommt. Hier glaubt Wundt nicht, dass es der logische Zusammenhang, die früher eingeübte Subsumtion unter den Gattungsbegriff der »Fortbewegung« ist, was die Association und dadurch die Verwechselung bewirkt, sondern dass es die »übereinstimmenden Begriffsgefühle« sind, »durch die Wörter gleicher Gattung verbunden sind, und die ihrerseits mit gewissen übereinstimmenden Begriffselementen zusammenhängen. So kann man sich z. B. die Verwechselung zwischen »gehen« und »fahren« durch ein an das identische Element der Fortbewegung gebundenes Gefühl vermittelt denken[2]).«

Freilich, der Weg, auf dem ich die Anfangsstellung des Verbums des Nachsatzes allgemein geworden denke, ist nur eine Möglichkeit, eine Möglichkeit allerdings, eine Hypothese, die ich der Wirklichkeit für entsprechend halte. Vielleicht kann ein Germanist aus den Denkmälern den Nachweis führen, dass in der That zuerst die Anfangsstellung des Verbums im Nachsatze nur da auftritt, wo das im vorstehenden Hauptsatze herrschende Subject als solches beibehalten wird, erst später diese Anfangsstellung auf alle Nachsätze ausgedehnt erscheint.

Ich führe ferner die mannigfachen Wirkungen, die der Gefühlston für Constituirung und Geschichte der Sprache hat, hier an, um darauf hinzuweisen, dass auch er zu der Uniformirung der Sprache beiträgt. An und für sich sollte man, da er eben rein subjectiv ist, meinen, dass er, zur Individualisirung drängend, den in den objectiven Verhältnissen liegenden Antrieben zur Objectivirung und der damit gegebenen Gleichmachung der Rede der Menschen entgegenwirke. So hebt ja auch Wundt[3]) hervor, dass wenigstens bei der Production (nicht bloßen Reproduction) eines Satzes, »die aus den dem individuellen Bewusstsein eigenthümlich zukommenden Bedingungen heraus entstand,

1) Völkerpsychologie I, 2, S. 364 ff.
2) Ebenda, I, 1, S. 514.
3) Ebenda, I, 2, S. 239.

wir die der wirklichen Satzbildung zukommenden subjectiven Merkmale erwarten dürfen«. Aber »subjectiv« ist doch eben nicht gleichbedeutend mit »individuell«. Auch das Subjective hängt ab von dem allen Individuen gemeinsam gegenüberstehenden, von ihnen unabhängigen Objectiven. Die Gefühle werden durch das Objective zwar nicht erzeugt, aber bedingt. Und wie das Objective sich in allen ähnlich spiegelt und vor allen Dingen bei wiederholter Auffassung sich ähnlich spiegelt, so können auch die Gefühle aller ähnlich sein und innerhalb desselben Subjects bei gleichen Anlässen die gleichen bleiben. So kommt es, dass gerade die »Analogie der Gefühle«, obgleich ein rein subjectives Verhältniss, doch nicht minder als die objectiven die Sprache erzeugenden und regelnden Factoren, zur Herstellung ihrer Gleichförmigkeit beiträgt.

Die Gleichförmigkeit der Wortstellung wird außerdem noch sehr lebhaft begünstigt durch ein starkes Bedürfniss, das nicht hypothetisch ist, wie der Bequemlichkeitstrieb oder der Trieb zur Erhaltung bedeutsamer Unterschiede, sondern bei unzähligen Anlässen gerade dem Menschen der Gegenwart sich sehr deutlich und fühlbar geltend macht, das darum von Wundt[1]) mit Recht zur letzten Erklärung mancher sprachlichen Erscheinung herangezogen worden ist, nämlich durch das Verlangen nach Beschleunigung der Rede wie des Denkens, das im Fortschritte der Cultur immer mächtiger wird, weil in gleicher Zeit immer mehr Gedanken dem Bewusstsein zuströmen und zum Ausdruck drängen. Diese Beschleunigung begünstigt und erhält das, was eingeübt, mechanisirt ist und darum am schnellsten abläuft. Der Mechanisirung des Ausdrucks wiederum werden diejenigen Gedanken am meisten zugänglich sein, die am häufigsten wiederkehren, also diejenigen, die Sprüchwörtern, Rechtsgrundsätzen, Formeln des geselligen und des religiösen Lebens zu Grunde liegen, wie wir thatsächlich im Lateinischen und im Deutschen gesehen haben. Im Allgemeinen wird überhaupt die an bekannte, sich oft wiederholende Situationen anknüpfende und darum wenig originale Gedanken enthaltende Umgangssprache in Bezug auf die Wortstellung von der Kunstprosa, wie diese wiederum von der Poesie scharf zu unterscheiden sein.

---

1) Völkerpsychologie I, 1, S. 404, 418.

So ist es denn kein Wunder, dass wir überall eine fortschreitende Einengung der ursprünglichen Freiheit der Wortfolge feststellen mussten, dass wir sogar im Lateinischen, wenigstens in der Volks- und Umgangssprache, fest gewordene starre Regeln und Wortcomplexe fanden, die jede Freiheit ausschließen. Und wenn einst die griechischen Sprüchwörter, die griechischen Rechtsformeln und die jedenfalls auch vorhandene, wenn auch bisher noch zu wenig aufgedeckte griechische Volkssprache, womit ich nicht die griechische Vulgärsprache der verschiedenen Provinzen des Hellenismus, sondern die von Attikern selbst gesprochene Volkssprache meine, nach dieser Seite genauer durchforscht sind, so wird sich höchst wahrscheinlich auch da ergeben, dass die schrankenlose Freiheit nicht oder nicht mehr vorhanden ist.

Um so bedeutsamer ist es, wenn inmitten der immer weiter um sich greifenden Schablonisirung der Wortstellung, die, wie wir gesehen haben, schon im Lateinischen beginnt und in den europäischen Sprachen allmächtig wird, die deutsche und — fast in gleichem Grade — alle rein germanischen Sprachen noch eine weitgehende Freiheit bewahrt haben[1]). Diese Freiheit ist der Energie des Ausdruckes und der Verwendung der Sprache in vielen Beziehungen sehr förderlich. Zunächst ist die Hervorhebung des im Bewusstsein bevorzugten Wortes auf die einfachste Weise, ohne Hülfsconstruction, möglich. Der Franzose muss sagen: c'est lui que j'ai vu, also zwei Sätze machen, der Deutsche sagt einfach: Ihn hab' ich gesehen. Die sehr eindrucksvollen Redefiguren der Anaphora und Epiphora sind in einer Sprache von freier Wortstellung viel öfter und leichter anwendbar, als wenn die Wörter an bestimmte Stellen des Satzes ein für allemal gebunden sind. In den Sprachen der ersten Art gelingen ferner alle Uebersetzungen besser, zumal aus solchen, die eine eigenthümliche, in der Uebersetzung nachzuahmende Wortstellung haben. So kann das Griechische den hebräischen Stil gut nachahmen, indem es die hebräische Wortstellung nachahmt. Das Johannes-Evangelium stellt im Kap. 18, 12—27 vierzehn Mal das

1) Vgl. F. N. Finck, Der deutsche Sprachbau als Ausdruck deutscher Weltanschauung. Marburg 1899. S. 64: »Dass die auf germanischem Gebiete erkennbaren Verschiedenheiten in der Wortstellung äußerst geringfügige sind, lässt sich allerdings nicht leugnen.«

Prädicat voran[1]) und kennzeichnet dadurch seinen Stil als hebraisirend. Das Deutsche kann dies ebenfalls thun und so, wo es darauf ankommt, das hebräische Gepräge der Rede nachahmen. Zumal für die Uebersetzung von Gedichten ist das Deutsche geeigneter als jede andere Sprache, da in der Poesie seine Wortstellung noch freier ist als in der Prosa.

Man wird geneigt sein, auch für diese Ausnahmeerscheinung, die freiere Wortstellung der rein germanischen Sprachen, einen Grund zu suchen. Mit Recht ist Wundt den »traditionellen Annahmen über Rasseneigenschaften« abhold[2]). Denn sie erklären nichts, sondern constatiren nur. Rasseneigenschaften sind nur ein Collectivbegriff, der jedenfalls nicht anders als durch den Nachweis des Vorherrschens gewisser psychologischer Processe oder Tendenzen Inhalt empfangen kann, wenn er nicht ein leeres Wort, ein Verzicht auf weitere psychologische Erklärung, eine Zuflucht der ignava ratio werden soll. Wo aber ein solcher Nachweis aus der Sprache geführt ist und die gefundenen Tendenzen mit den auf andern Lebensgebieten als herrschend aufgezeigten identisch und im Laufe der Geschichte stabil geblieben sind, da möchte es doch richtig sein, geistige Rasseneigenschaften anzunehmen, so wie man physische Rassenmerkmale annimmt, die sich in der geschichtlichen Zeit nicht geändert haben. Freilich sind selbst die Rassencharaktere gewiss nicht schlechthin letzte Thatsachen, nicht unabänderlich feste Größen, sondern auch ihrerseits durch bestimmte Processe verursacht, die jedoch so weit zurückliegen, dass sie für den gegenwärtigen Stand des Wissens nicht zu ergründen sind, die sich auch über so große Zeiträume erstreckt haben, dass geschichtliche Zeitmaße ihr fest gewordenes Ergebniss nur sehr wenig abändern können, dieses daher, eben die Rassendifferenz, als relativ beständig zu betrachten ist.

In diesem Sinne also, nicht als an einem Fetisch, der alle Schwierigkeiten auf leichte Weise erklären soll, sondern als an Merkmalen der geistigen Disposition, die sich auch sonst offenbaren, möchte ich an den Rasseneigenschaften und an ihrer Erkennbarkeit durch die Sprache, von der ich anderswo gesprochen habe[3]), festhalten.

---

1) Vgl. Jülicher, Einleitung in das Neue Testament. Freiburg i. B. u. Leipzig 1894. S. 243. 2) Völkerpsychologie I, 2, S. 366.

3) Vgl. meine Philosophie d. Geschichte als Sociologie, I. Leipzig 1897. S. 250.

Ich glaube, Herder hat Recht, wenn er sagt[1]: »Eine philosophische Vergleichung der Sprachen wäre der schönste Versuch über die Geschichte und mannigfaltige Charakteristik des menschlichen Verstandes und Herzens.« Eine allgemeine Physiognomik der Völker aus ihren Sprachen, wie sie Bacon, Leibniz, Sulzer und andere gewünscht haben und die auch Herder wünscht[2], scheint mir möglich. Freilich aber darf man nicht aus einer Einzelheit, die irgend welchen Zufälligkeiten des psychologischen Mechanismus ihr Dasein verdankt, große specifische Geistesanlagen folgern, wie F. N. Finck[3] gethan hat, indem er aus der Voranstellung des attributiven Adjectivs auf ein bedächtiges Wesen schließt und die Voranstellung des Verbums vor das Subject, »ein dem ruhigen Urtheilen widerstrebendes Herausplatzen«, nur bei solchen Völkern erklärbar finden will, »die ihrem Handeln nicht allzuviel Erwägung vorausgehen lassen«, »für die ein Vorwalten der Gefühle anzunehmen ist«. Ich habe mich oben bemüht nachzuweisen, wie man diese Voranstellung auf die auch bei einem sehr erwägenden Menschen wirksamen Gesetze der Apperception und der Association zurückführen kann.

Nur dasjenige, was sich in wichtigen, weithin wirkenden Principien des Sprachlebens offenbart, was sich zugleich auf andern Lebensgebieten wiederholt, das scheint mir klar genug hervorzutreten, um es, falls wirklich einer Rasse oder einem Volke eigenthümlich, als Ausfluss bestimmter geschichtlich beharrender Rassen- oder Volkseigenschaften zu betrachten und so auch diesem letzten an sich sehr unbestimmten Begriffe concreteren Inhalt zu geben. Wenn die orientalischen Sprachen alle, auch das an Flexionen so überreiche Sanskrit zur festen Wortstellung neigen, die meisten sogar zu völliger Starrheit derselben gewissermaßen eingefroren sind, wenn wir ferner bei den Orientalen auch im socialen Leben ein starres Festhalten an überlieferten Formen finden, so dass Hegel von einigen von ihnen meinte, sie lebten nur im Raume, nicht in der Zeit, so ist man doch wohl berechtigt, allen asiatischen Rassen und Völkern eine übermäßige Unterwürfigkeit unter die Ueberlieferung, eine übermäßige Schwäche des Individuums gegen das Allgemeine als Rassencharakter zuzuschreiben. Wenn wir hingegen inmitten der allgemeinen Schabloni-

1) Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit. 9. Buch, II.
2) A. a. O. 3) A. a. O., S. 66, 73.

sirung der Wortstellung der andern europäischen Sprachen in den rein germanischen Idiomen, im Deutschen sowohl wie in den neunordischen Sprachen eine noch sehr weitgehende, besonders in der Poesie fast unbeschränkte Freiheit antreffen, wenn wir die Germanen auch sonst, besonders im Mittelalter, in starker Individualität jedem schablonisirenden Zwange, wie dem des Staates widerstrebend finden, so sind wir wohl berechtigt, die starke Individualität als einen Grundzug des germanischen Volkscharakters anzusehen, der auch in der Sprache zu Tage tritt, indem jeder der Schablonisirung des Ausdrucks seiner Gedanken widerstehen will, wie der Schablonisirung seiner Gedanken selbst. »Jeder, sei er auch welcher er wolle, hat so ein eigenes Fürsich, das er sich nicht gern möchte nehmen lassen« sagt Goethe[1]) von den Deutschen.

Und wie im Thautropfen sich die Sonne sowohl als der Mond spiegeln kann, so vermag in der Wortstellung zweier kurzen Sätze der weltgeschichtliche Gegensatz zweier Rassen oder zweier Culturen zum Ausdruck zu kommen.

1) Sprüche in Prosa.

Contribution à l'étude de l'individualité dans les associations verbales.

Par

B. Bourdon.

Rennes.

L'individualité dans les associations verbales peut se manifester de diverses manières et être étudiée en conséquence à divers points de vue. Ainsi, la durée des associations variera d'un individu à un autre; les différences individuelles de durée pourront d'ailleurs parfois se rattacher à d'autres différences: chez certains, les associations externes, par exemple, pourront être plus faciles et exiger moins de temps que chez d'autres, tandis que l'inverse pourra se produire pour les associations internes[1]). Si on fait effectuer à plusieurs personnes un grand nombre d'associations verbales, on pourra constater aussi des différences individuelles quant aux espèces préférées d'associations; par exemple, on pourra chez quelques-unes rencontrer plus fréquemment que chez d'autres des cas d'association par ressemblance. Dans les associations verbales, on peut distinguer, en opposant le mot, considéré comme simple signe phonétique ou graphique, à l'idée qu'il exprime, c'est-à-dire à sa signification, les associations purement phonétiques ou graphiques, les associations grammaticales et les associations par le sens; or, sous ce rapport aussi, on pourra constater des différences individuelles, certains présentant une disposition plus marquée que d'autres soit aux associations phonétiques ou graphiques, soit aux associations grammaticales, soit aux associations par le sens. Enfin, on peut étudier l'individualité des associations, lorsqu'on dispose d'un grand nombre d'associations effectuées par rapport aux

1) Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie, 4. Aufl., II, S. 378.

mêmes mots par beaucoup de personnes, en considérant les associations les plus fréquentes provoquées par chacun des mots et en recherchant pour chaque personne le nombre de fois où ses associations ont concordé avec ces associations les plus fréquentes[1]). C'est de l'individualité ainsi entendue qu'il sera question dans ce qui va suivre.

Les résultats que je vais rapporter à ce sujet ont été obtenus de la manière suivante. J'ai fait imprimer sur des feuilles ayant 61 cm de long sur 33 cm de large, suivant quatre colonnes de 25 mots chacune, 100 mots; ces mots étaient assez éloignés les uns des autres de gauche à droite pour qu'on pût à côté de chaque mot écrire un autre mot ou même une expression composée de plusieurs mots. Dans l'expérience il s'agissait d'écrire le plus vite possible, à côté de chacun des mots imprimés, en allant de haut en bas, le premier mot ou la première expression, ayant quelque rapport avec le mot considéré, qui se présenterait à l'esprit. L'expérience commençait à un signal donné; avec certaines personnes, toutes les minutes un autre signal indiquait qu'une minute s'était écoulée, et la personne qui effectuait les associations devait alors marquer rapidement un trait à l'endroit de la feuille où elle était arrivée; par ce moyen, je pouvais savoir ensuite combien d'associations elle avait effectuées pendant chaque minute. J'ai employé deux séries de 100 mots; j'appellerai, d'après le premier mot de chacune d'elles, l'une la série donner, et l'autre la série neige. Dans la série donner, j'avais à dessein introduit deux fois un petit nombre de mots, afin de voir si le même mot provoquerait chaque fois les mêmes associations; un mot, agir, se rencontre deux fois dans la série donner et une fois dans l'autre série. Les mots employés ont été exclusivement des substantifs, des adjectifs et des verbes. Le nombre des personnes qui se sont prêtées à l'expérience a été de 100; une moitié environ appartenaient à la région Lilloise, l'autre moitié à la région Rennaise; toutes, sauf un très petit nombre, étaient des étudiants ou des professeurs; on peut donc admettre qu'elles présentaient une grande homogénéité de culture.

---

1) Comparer Aschaffenburg, Experimentelle Studien über Associationen. Kraepelin's Psychol. Arbeiten, I, S. 288.

La possibilité pour l'individualité de chacun de se manifester dans de telles expériences dépend des mots employés. Certains mots ont un sens nettement défini, et le nombre des associations qu'ils comportent est assez limité: tels sont, par exemple, les mots japper, miauler; d'autres mots, au contraire, permettent des associations nombreuses: tels seront arbre, animal. D'ailleurs, même des mots présentant un sens bien défini pourront comporter de nombreuses associations: ainsi, sur les 100 associations effectuées par rapport au mot parler par les 100 personnes sur lesquelles ont porté mes expériences, je n'en ai trouvé que 9 (se taire) qui fussent identiques; il est remarquable, à cet égard, que même des mots comme miauler, japper, auxquels on pourrait a priori supposer qu'il sera toujours associé chat, chien, peuvent provoquer un assez grand nombre de réponses différentes: ainsi, sur les 100 réponses au mot japper, le mot chien ne se rencontre que 56 fois; parmi les autres réponses se trouvent: aboyer, au loin, à la lune, crier, caniche, épagneul, fort, hurler, etc.

A vrai dire, si on voulait considérer la signification des mots plutôt que les mots eux-mêmes, le nombre des idées différentes provoquées par chaque mot se réduirait dans certains cas assez sensiblement; parmi les nombreux mots associés à un même mot il peut s'en rencontrer, en effet, plusieurs de synonymes. Tel est le cas en particulier pour les mots comportant des déterminatifs (adjectifs ou adverbes) d'intensité, de grandeur, de nombre, de rapidité, de durée; ainsi, les mots ardente, bleue, forte, furieuse, grande, implacable, noire, terrible, violente, vive associés au mot colère peuvent être considérés comme synonymes, et expriment tous l'idée d'intensité; de même les mots beaucoup, fort, ferme, associés au verbe trembler, attentivement, fort, gravement, profondément associés à méditer, à perdre haleine, au galop, comme un cerf, fort, la poste, vite, ventre à terre, associés à courir, sont synonymes. On peut, il est vrai, se demander s'il s'agit toujours dans ces cas de signification, et si l'on n'a pas plutôt affaire quelquefois à des successions usuelles comparables à pomme-de terre, pain-d'épice, arme-à feu, etc.

Les mots, dans leur rapport à l'individualité des réponses, peuvent être répartis en trois groupes principaux: 1) ceux qui tendent forte-

ment à provoquer une réponse déterminée et faiblement un grand nombre d'autres; 2) ceux qui tendent assez fortement à provoquer un petit nombre de réponses et faiblement un grand nombre d'autres; 3) enfin, ceux qui tendent faiblement à provoquer un grand nombre de réponses.

Le premier des groupes précédents comprend, en français, des mots comme chaud, noir, sourd, poivre, japper, miauler, hennir; on voit que parmi ces mots se trouvent des substantifs, des adjectifs et des verbes. Les mots qui tendent fortement à s'associer aux précédents sont respectivement froid, blanc, muet, sel, chien, chat, cheval.

Le second groupe comprend des mots comme chapeau, loup, crayon, vendre, ouvrir, blond, qui tendent fortement à éveiller l'un ou l'autre des mots des groupes suivants: casquette, mou, de paille, tête — chien, cervier, garou — plume, noir — acheter, cher — fermer, porte — brun, noir, cheveux. Ici encore se rencontrent des substantifs, des adjectifs et des verbes. La tendance à faire penser à l'un ou l'autre des mots de chacun des groupes peut d'ailleurs n'être pas également forte par rapport à tous ces mots: ainsi, vendre fait plus fréquemment penser à acheter qu'à cher.

Enfin, le troisième groupe comprend des mots comme colère, apporter, oiseau, frais, qui tendent faiblement à faire penser à toute une série de mots comme bleue, douceur, fureur, haine, rouge, etc. — chien, donner, de l'eau, prendre, etc. — bleu, blanc, mouche, pigeon, plume, voler, etc. — chaud, froid, humide, ombrage, œuf, sec, etc. Il y a peu d'adjectifs dans ce groupe; souvent, en effet, à un adjectif s'oppose un autre adjectif et nous éprouvons une forte disposition à associer l'un et l'autre (chaud-froid, noir-blanc, rond-carré, grand-petit, content-mécontent, etc.)

Le nombre total des mots différents associés à un même mot par les 100 personnes considérées tend, comme on le comprend aisément, à croître, lorsqu'on passe du premier des groupes précédents au deuxième, et du deuxième au troisième. Ainsi, tandis qu'à chaud il a été associé en tout 33 mots différents, 34 à noir, 26 à sourd, 29 à poivre, 23 à hennir, 25 à japper, et 15 seulement à

miauler, il en a été associé 44 à chapeau, 43 à loup, 33 à crayon, 32 à vendre, 32 à ouvrir, 38 à blond; l'accroissement du nombre est surtout marqué lorsqu'on passe aux mots du troisième groupe: ainsi, colère a provoqué 52 réponses différentes, apporter 66 dans un cas et 68 dans un autre, oiseau 53, frais 53.

Parmi les mots du premier et du deuxième groupes, c'est-à-dire encore parmi les mots qui provoquent le moins grand nombre de réponses différentes, on ne rencontre que fort peu de mots désignant des idées morales. Ainsi, sur 52 mots à chacun desquels il a été associé moins de 40 mots différents, je ne trouve comme mots qu'on puisse à la rigueur considérer comme désignant des idées morales que méditer, faim, sourd, odorat, soif et muet. Au contraire, sur 20 mots à chacun desquels il a été associé plus de 60 mots différents, il y en a 11 désignant des idées morales (colère, vertu [2 fois], âme, orgueil, erreur, peur, science, idée, paresse, religion). On peut donc conclure qu'en général les mots désignant de telles idées sont dans notre esprit associés à un grand nombre d'autres mots, mais faiblement à chacun d'eux; en effet, ce sont des mots à signification complexe et vague. La réciproque n'est d'ailleurs pas vraie; des mots peuvent avoir une signification plus ou moins vague, et néanmoins servir à désigner exclusivement des objets ou des phénomènes matériels: tels sont en particulier certains mots exprimant des idées générales, comme insecte, oiseau.

Le nombre des réponses identiques à un même mot fournit d'intéressants renseignements sur la signification qui s'attache de préférence actuellement à ce mot. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'un mot amphibologique comme pousser, on constate que le nombre des réponses correspondant à la signification croître est, sur 100, de 17 seulement, tandis que celui des réponses correspondant au sens actif du verbe (pousser-la porte) est de 72. La fréquence des associations chocolat-Menier, amer-Picon, etc., indique l'obsession qu'exercent sur l'intelligence certaines associations. On voit, par les réponses à des mots comme insecte, oiseau, animal quels sont les types familiers de l'insecte, de l'oiseau, de l'animal; on voit également, par les adjectifs associés à ces mots quelles sont les qualités qui frappent dans les objets correspondants. Ainsi, d'après les réponses que j'ai obtenues, le type par excellence de

l'insecte c'est en France la mouche, et les insectes sont considérés le plus souvent comme nuisibles; il n'y a pas de type très net de l'oiseau; l'oiseau le plus souvent désigné, le pigeon, ne l'a été que 4 fois; le type de l'animal est en première ligne le chien, en seconde ligne le cheval; les types de la couleur sont le blanc, le noir et le rouge, celui de la ligne est la ligne droite, de la science les mathématiques (pas net), du coquillage l'huître (pas très net).

La statistique suivante indique quels sont, parmi les mots que j'ai employés, ceux qui ont provoqué de 6 à 9 (inclusivement), de 10 à 19, de 20 à 29, de 30 à 39, et enfin 40 ou plus de 40 réponses identiques. Aucun mot n'a provoqué moins de 6 réponses identiques.

1. Mots ayant de 6 à 9 réponses identiques: apporter, apporter, boiteux, cheval, colère, colère, eau, évènement, gratter, hoquet, insecte, orgueil, paresse, parler, soldat. — Total = 15.

2. Mots ayant de 10 à 19 réponses identiques: abricot, agir, aliment, âme, animal, apprendre, aveugle, bière, blond, bœuf, bras, bruit, cahier, chambre, chanter, chapeau, chauffer, chocolat, cidre, cigare, couleur, couleur, couteau, dessert, donner, dormir, dormir, douleur, douleur, ennui, épaule, erreur, espoir, étain, éternuer, fenêtre, fou, frais, fusil, fusil, genou, gris, honte, huileux, idée, ignorance, insecte, jardin, jaune, joyeux, jugement, large, livre, lumière, maigrir, main, maison, navet, navire, nez, obscurité, odeur, odeur, œil, oiseau, oiseau, oreille, pain, panier, patient, penser, perdrix, pesanteur, peur, plante, pluie, pointu, poirier, pousser, profession, prudence, radis, religion, repas, répondre, rire, sagesse, sanglier, saveur, science, silence, soleil, son, souffrir, sucré, tête, tonner, verité. — Total = 98.

3. Mots ayant de 20 à 29 réponses identiques: abricot, acheter, agir, agir, amer, arbre, argile, arme, balayer, bleu, brun, canard, chaleur, chercher, chien, chou, content, courir, crayon, crier, écrire, édifice, herbe, horizon, humide, hypocrite, ignorer, jambon, ligne, long, loup, manger, méditer, pigeon, pomme, pommier, porte, porteplume, prunier, réfléchir, température, tilleul, trembler, vertu, vertu, vêtement. — Total = 46.

4. Mots ayant de 30 à 39 réponses identiques: argile, armoire, coquillage, déjeuner, faim, fermer, flamme, haïr, idiot, mordre,

mulet, nager, narine, odorat, œuf, ouvrir, regarder, rond, ronfler, sec, soif, tabac. — Total = 22.

5. Mots ayant 40 ou plus réponses identiques: blanc, borgne, chaud, ciel, corbeau, froid, grand, grincer, hennir, japper, limpide, miauler, muet, neige, noir, poivre, sourd, ustensile, vendre. — Total = 19.

Le nombre des réponses différentes par mot va, en moyenne, en décroissant du premier au dernier des groupes précédents. Dans le premier groupe, le nombre de ces réponses est en moyenne par mot de 61; il est dans le deuxième de 49, dans le troisième de 44, dans le quatrième de 39, et dans le cinquième de 31.

Considérons maintenant le degré de concordance des réponses d'un individu avec l'ensemble des réponses obtenues. Pour le déterminer, j'ai procédé comme il suit. Je me suis borné à considérer les mots pour lesquels les 100 personnes interrogées ont fourni de 10 réponses identiques inclusivement à 40 exclusivement; il m'est resté ainsi 75 mots de la série donner et 80 de la série neige. Puis j'ai compté combien des réponses fournies par chacune des 100 personnes ont concordé avec ces réponses identiques; j'ai fait le calcul à part pour chacune des deux séries; les moyennes de concordance, rapportées à 100, ont été pour la série donner de 29 et pour la série neige de 31, c'est-à-dire qu'en moyenne une personne a répondu comme la majorité relative pour 29 mots sur 100, s'il s'agit de la série donner, et pour 31, s'il s'agit de l'autre série. Si on considère séparément les résultats individuels pour la série donner et pour la série neige, on trouve que 81 personnes sur 100 sont soit au-dessous, soit au-dessus de la moyenne pour les deux séries; sur les 19 autres, 10 présentent des chiffres qui diffèrent de moins de 5 d'une série à l'autre; donc les calculs précédents ne sont pas sans valeur.

La série suivante de 50 mots peut servir, du moins en français, à constituer un test pour cette étude de l'individualité des associations. A ces mots il a été fourni, comme l'indique le tableau, de 20 à 39 réponses identiques; je considère comme identiques fumer et à fumer, par exemple, les singuliers et les pluriels, les mots précédés de l'article et les mêmes mots non précédés de l'article. La moyenne de concordance individuelle, pour les 100 personnes, a été

en valeur absolue de 15, c'est-à-dire qu'une personne, répondant aux 50 mots de la première colonne, doit voir ses réponses, si elle appartient à la moyenne, concorder avec 15 des mots de la deuxième colonne. Si je me borne à considérer les cas où il y a de 1 à 5 concordances, de 5 à 10, etc., je trouve:

Ayant de	1	à	5	concordances	inclusivement	9	personnes
» »	6	à	10	»	»	21	»
» »	11	à	15	»	»	25	»
» »	16	à	20	»	»	21	»
» »	21	à	25	»	»	16	»
» »	26	à	30	»	»	7	»
» »	31	à	35	»	»	1	»

Les mots du tableau sont disposés en ordre alphabétique; c'est la raison pour laquelle des mots dont l'un peut faire penser à l'autre, par exemple pomme et pommier, se trouvent voisins; sur les feuilles d'expériences, de tels rapprochements avaient été évités. Il serait bon, pour celui qui voudrait se servir de ces mots, de ne pas suivre l'ordre alphabétique.

1. abricot-pêche 22
2. acheter-vendre 22
3. agir-faire 21
4. arbre-vert 23
5. argile-terre 26
6. balayer-rue 23
7. bleu-ciel, rouge 20, 20
8. brun-noir 26
9. canard-sauvage 25
10. chaleur-froid 22
11. chercher-trouver 26
12. chien-chat 24
13. content-mécontent 26
14. courir-vite 22
15. crayon-plume 22
16. crier-fort 21
17. écrire-vite 22
18. édifice-maison 20
19. faim-soif 31
20. fermer-porte, ouvrir 30, 26
21. flamme-feu 32
22. haïr-aimer 30
23. herbe-verte 29
24. humide-sec 20
25. idiot-fou 32
26. ignorer-savoir 28
27. ligne-droite 23
28. long-large 25
29. manger-boire 20
30. mordre-chien 39
31. mulet-âne 37
32. narine-nez 38
33. odorat-nez, fin 28, 22
34. œuf-poule 32
35. ouvrir-fermer, porte 32, 28
36. pomme-poire 22
37. pommier-pomme 20
38. porte-ouverte 24
39. porteplume-crayon 26
40. prunier-prune 20
41. regarder-voir 37
42. rond-carré 33
43. ronfler-dormir 35
44. sec-humide 32
45. soif-faim, ardente 35, 22
46. tabac-fumer 32
47. température-chaud 34
48. tilleul-arbre 20
49. vertu-vice 21
50. vêtement-chaud 24

Il peut être intéressant et utile de connaître les autres réponses fréquentes qui ont été faites aux mots-questions du tableau précédent. Je cite ci-dessous celles qui se sont rencontrées 5 fois ou plus. Le chiffre entre parenthèses indique le nombre de fois.

1. abricot: 1re fois: fruit (15), mûr (8), jaune (5); 2me fois: fruit (12), vert (11), mûr (7), jaune (5), rouge (5).
2. acheter: cher (14), livre (7), pain (6).
3. agir: 1re fois: vite (7), action (6), bien (6), vivement (5); — 2me fois: vite (7); — 3me fois: vite (11).
4. arbre: pommier (8), fruitier (6), fruit (5).
5. argile: 1re fois: jaune (7); — 2me fois: glaise (5).
6. balayer: balai (16), ordure (5).
7. bleu: vert (11), blanc (7), mer (5), noir (5).
8. brun: rouge (9), blond (7), brune (5), gris (5), jaune (5).
9. canard: oie (9), poule (7), cane (5), eau (5).
10. chaleur: chaud (8), torride (8), forte (6), intense (6).
11. chercher: fortune (6).
12. chien: de chasse (11), fidèle (7).
13. content: de peu (8), heureux (7), de soi (6).
14. courir: marcher (8), sauter (7).
15. crayon: noir (18), Conté (7), bleu (5), rouge (5).
16. crier: haut (10), chanter (9), hurler (7).
17. écrire: lire (9), parler (7), crayon (6), plume (6).
18. édifice: public (12), église (7), élevé (6).
19. faim: canine (11), manger (5).
20. fermer: les yeux (12), fenêtre (7).
21. flamme: ardente (7), vive (7), brillante (5).
22. haïr: détester (11), haine (8).
23. herbe: plante (6), prairie (5).
24. humide: froid (17), chaud (6), eau (6), pluie (5).
25. idiot: crétin (8), bête (7).
26. ignorer: penser (5), tout (5).
27. ligne: pêche (15), pêcheur (6).
28. long: court (19).
29. manger: faim (6), beaucoup (5), viande (5).
30. mordre: dent (5).
31. mulet: mule (8), cheval (7).

32. narine: ouverte (13), large (5).
33. odorat: sentir (7), subtil (6), goût (5).
34. œuf: frais (12), coque (10), oiseau (6), rond (5).
35. ouvrir: fenêtre (5).
36. pomme: de terre (18), d'api (6), fruit (5), cidre (5), cuite (5).
37. pommier: fleurs (18), poirier (12), fleuri (6), fruit (6), prunier (6), arbre (5), cidre (5).
38. porte: fenêtre (15), fermée (7), maison (5).
39. porteplume: plume (13), encre (10), écrire (5).
40. prunier: arbre (10), poirier (6), pommier (5), sauvage (5).
41. regarder: loin (7).
42. rond: de cuir (12), pointu (7), court (5).
43. ronfler: fort (15), bruit (5).
44. sec: chaud (7), froid (6).
45. soif: boire (5), grande (5).
46. tabac: priser (15), pipe (5).
47. température: froid (17), thermomètre (8), chaleur (6), douce (5).
48. tilleul: tisane (11), vert (5).
49. vertu: courage (5), vertugadin (5).
50. vêtement: habit (11).

Afin de me rendre compte de la valeur du test proposé ci-dessus, j'ai comparé aux réponses citées (c'est-à-dire à celles qui se sont produites de 20 à 39 fois) celles d'un certain nombre de personnes qui ont bien voulu me remplir plusieurs fois, à intervalles assez considérables, les feuilles donner et neige. Le nombre des personnes a été de 15. Les expériences auxquelles ont pris part les 10 premières ont eu lieu le 21 avril, le 5 mai et le 19 mai de la même année, et celles auxquelles ont pris part les 5 autres le 23 janvier, le 6 mars et le 13 mars; quelques personnes ont fait défaut pour l'une des trois expériences. Il s'agit de savoir si, dans les diverses expériences, chacune des personnes considérées a manifesté le même degré d'individualité; le nombre de fois où il y a eu concordance entre les réponses de chacune d'elles et celles du test proposé plus haut est indiqué ci-dessous:

	21 avril	5 mai	19 mai
Be.	13	14	—
Cons.	12	11	21
Dot.	8	9	—
Gu.	18	19	20
Leb.	12	14	—
Ler.	—	10	11
Pr.	17	13	—
Ro.	—	6	10
Th.	6	8	11
To.	4	11	—

	23 janvier	6 mars	13 mars
Cont.	16	5	8
Dor.	11	9	9
La.	6	7	3
Lo.	21	18	22
Pe.	21	17	—

En somme, on ne constate d'irrégularités marquées que chez deux des 15 personnes, savoir chez la seconde du premier groupe et chez la première du second. L'état mental a pu d'ailleurs n'être pas le même chez ces deux personnes d'une expérience à une autre. Dans l'ensemble, les chiffres du tableau qui précède prouvent que le degré d'individualité reste à peu près constant chez une même personne d'une expérience à une autre.

Il s'agit maintenant de rechercher à quoi peut tenir l'individualité qu'on constate ainsi dans les associations verbales. On pourrait supposer qu'elle est en rapport avec la vitesse d'association, que ceux qui, par exemple, ont associé lentement, ont réfléchi à leurs associations et ont cherché à éviter les réponses trop banales. Mais, d'après l'ensemble des résultats, cette hypothèse doit être écartée. J'ai pu déterminer pour 47 personnes la vitesse d'association, ou, plus exactement, le temps total pris en moyenne par la lecture du mot imprimé, l'association à ce mot d'un autre mot et l'acte d'écrire ce dernier mot; or, sur les 10 qui ont associé le plus lentement, il y en a 4 qui présentent plus de 15 cas de concordance avec les réponses les plus

fréquentes faites aux mots du tableau cité; sur les 10 suivants, il n'y en a que 3; sur les 10 qui ont associé le plus vite, il y en a 6 qui, au contraire, ont moins de 19 concordances, et même 2 qui en ont moins de 8; sur les 10 qui les suivent comme vitesse, il y en a 4 qui ont moins de 15 concordances et 2 qui en ont 8 ou moins de 8. On voit par ces chiffres qu'il n'y a pas de rapport démontrable entre la vitesse d'association et l'individualité des réponses. On arrive à la même conclusion d'une autre manière: si je divise les 47 personnes considérées en 3 groupes, comprenant le premier celles qui présentent de 0 à 9 (inclusivement) cas de concordance (14 personnes), le second celles qui en présentent de 10 à 19 (18 personnes), et le troisième celles qui en présentent 20 et plus (15 personnes), et si je cherche la vitesse moyenne d'association pour une personne de chacun de ces groupes, je trouve pour le premier groupe 14,6 associations par minute, pour le second 15,9, et pour le troisième 17,1; or, il serait imprudent de rien conclure de chiffres aussi peu différents. Il est vrai que dans l'opération totale qui consiste à lire, à associer au mot lu un autre mot, et à écrire ce dernier mot, l'acte d'écrire prend un temps relativement si considérable que les différences entre les temps d'association proprement dite, considérés à part des temps de lecture et d'écriture, ont peu d'influence sur la durée de chaque opération totale. Toutefois, la vitesse moyenne de l'écriture diffère elle-même peu d'un groupe à l'autre; j'ai déterminé cette vitesse en faisant écrire au crayon le plus vite possible pendant le même temps à chacune des personnes un certain nombre de fois la même phrase courte apprise d'abord par cœur; or, les personnes du premier groupe et celles du second ont écrit en moyenne exactement le même nombre de lettres par minute, savoir 161; celles du troisième groupe ont écrit un peu plus vite, 174 lettres par minute; mais il en est deux parmi elles qui ont écrit l'une 140 lettres et l'autre 132 seulement; inversement, parmi celles du premier groupe on en trouve qui ont écrit 200 lettres en moyenne par minute et même plus.

On pourrait songer à faire intervenir, pour expliquer l'individualité des associations verbales, celle de l'éducation reçue et des connaissances acquises. Mais cette hypothèse n'est guère défendable en général; ainsi, il n'est pas douteux que pour n'importe quel Français chapeau-de paille constitue une association de mots qui s'est

souvent présentée dans son expérience; malgré ce fait, beaucoup associent immédiatement à chapeau d'autres mots, par exemple bonnet, chaussure, casque, qu'ils n'ont certainement pas rencontrés souvent associés à ce mot.

Une autre hypothèse, c'est que quelqu'un peut subir momentanément une forte influence particulière, par exemple celle d'un évènement récent; ainsi, quelqu'un qui serait allé hier à Brest associerait peut-être aujourd'hui au mot mer le mot Brest. Mais cette explication n'est pas admissible pour un ensemble de près de 200 mots.

Il faut donc arriver finalement à admettre chez certains une disposition plus ou moins permanente à ne pas effectuer les mêmes associations que la moyenne. Cette disposition peut tenir, je crois, à plusieurs causes. D'abord, il paraît assez probable que quelques personnes ont une disposition naturelle à s'intéresser vivement à l'anormal, à éprouver de la surprise, et à retenir en conséquence fortement associées dans leur esprit les combinaisons peu usuelles d'idées. Ainsi, une de celles qui ont pris part à mes expériences présente un grand nombre d'associations anormales comme chien-toutou, tonner-Zeus, pointu-paratonnerre, etc.

Chez quelques personnes aussi, les associations sont pour une part importante des associations phonétiques ou graphiques (saveur-savon, narine-marine, par exemple). Or, chez le plus grand nombre, de telles associations ne se produisent pas ou du moins sont très rares. La tendance aux associations phonétiques ou graphiques chez une personne aura donc probablement pour résultat de donner un caractère fortement individuel à l'ensemble de ses associations.

Chez beaucoup de personnes, le caractère individuel des réponses paraît être le résultat d'une certaine faiblesse de leurs associations verbales. Cette faiblesse peut tenir, je crois, soit à une faiblesse générale de la faculté associative, soit à une faiblesse spéciale portant sur l'association des mots. Il n'est pas douteux, en effet, que certaines personnes sont inférieures à la moyenne quant à la faculté d'associer entre elles leurs perceptions ou leurs idées, qu'elles apprennent difficilement et oublient vite ce qu'elles ont réussi une fois à apprendre. Quant à la faiblesse de la faculté d'associer les mots entre eux, elle se manifeste chez les enfants qui apprennent et retiennent difficilement leurs leçons, ou chez les personnes adultes

qui, tout en étant par ailleurs intelligentes, parlent ou écrivent difficilement. Certains, lorsqu'ils voient un mot imprimé, sont peu portés à lui associer un autre mot, se représentent plutôt quelque objet ou phénomène; ainsi, tandis que celui qui est bien doué par rapport aux associations verbales pense facilement, en voyant le mot cheval, au mot voiture, par exemple, celui qui est mal doué sous le même rapport, mais bien doué quant à la faculté de se représenter les objets eux-mêmes, verra plutôt en imagination un cheval.

Que la faiblesse des associations dans l'esprit d'une personne puisse être une cause de l'individualité de ses réponses, c'est ce qu'on comprendra en observant ce qui arrive lorsqu'on essaie d'effectuer des associations verbales dans une langue étrangère que l'on connaît médiocrement; des associations qui s'imposent presque à la pensée de celui dont cette langue est la langue maternelle peuvent ne pas se présenter à l'esprit, bien qu'on les ait soi-même rencontrées pourtant un certain nombre de fois. On a vu aussi que l'individualité des réponses était très marquée, c'est-à-dire qu'au même mot il était répondu un grand nombre de mots différents, lorsque le mot considéré ne s'associait pas fréquemment dans la langue à quelque autre mot.

Inversement, un faible degré d'individualité dans les associations verbales se rencontre fréquemment chez des personnes très aptes à ces associations. J'ai plusieurs fois prévu, en dépouillant mes feuilles d'associations, et le résultat a d'ordinaire vérifié ma prévision, que chez telle personne, que je connaissais bien, l'individualité des réponses serait peu marquée; je fondais ma prévision principalement sur le fait que cette personne parlait avec facilité et correction. Toutefois, d'après les cas où ma prévision ne s'est pas vérifiée, je crois qu'il faut ajouter un autre caractère, qu'on pourrait appeler, en faisant abstraction du sens péjoratif qu'a le mot en français, la banalité d'esprit. Bref, si d'une part une personne présente une certaine banalité d'esprit, si d'autre part elle a l'élocution facile et correcte, ou peut s'attendre à ce que, soumise au test cité précédemment, elle tombe souvent, dans ses réponses, sur les mots qui ont été le plus fréquemment associés aux mots du test.

The time of perception as a measure of differences in intensity.

By

J. McKeen Cattell.

(Columbia University, N. Y.)

When a student at Leipzig under Professor Wundt, I made some experiments on the time required to estimate the size of lines of different lengths and in briefly communicating the results said:

»Mit den horizontalen Linien stellte ich eine ziemlich große Zahl von Versuchen an, da ich das Verhältniss zwischen der Länge der Linie und dem mittleren Fehler (psychophysisches Gesetz) einerseits und dem Fehler und der zum Urtheil gebrauchten Zeit anderseits kennen zu lernen wünschte. Ich halte es indessen für wünschenswerth, die Zahl der Versuche noch weiter zu vermehren, bevor ich die Resultate veröffentliche«[1]).

The problem here indicated has always seemed to me important and I have taken it up on several occasions[2]), but the solution requires a larger number of routine experiments than I have found time to carry out. I may, however, take this occasion to present some preliminary results of a research begun at Leipzig and following lines laid down by the eminent founder and director of the Leipzig Laboratory.

Weber's work on the relation between the magnitude of the

1) Philos. Studien, IV, S. 250. 1888.

2) Proceedings of the American Psychological Association for 1893. Professor Münsterberg has, however, anticipated me in the publication of experiments on the length of lines, cf. A psychometric investigation of the psychophysic law. Psychological Review, vol. I, p. 45—51. 1894.

stimulus and the just noticeable difference and Fechner's deduction of a logarithmic relation between stimulus and sensation have been followed by a large number of experimental researches and an extensive literature. In the experiments and discussion I have shared[1]). I have argued that in most of our experiments we have measured the error of observation, which determines the accuracy of perception, but does not measure the intensity of sensation. This holds for experiments by the methods of average error and of right and wrong cases. The method of just observable difference appears to me to have been used ambiguously. On the one hand, it may be reduced to the method of right and wrong cases, when the wrong cases are but few and the determination is difficult. On the other hand, the observer may seek to make the differences equally noticeable, in which case the results are analogous to those of the method of mean gradation and really estimate differences in sensation. Such estimates are, however, inexact, lacking an objective criterion. Different observers or the same observers at different times vary greatly in their estimates of equally noticeable differences. It seems that these estimates may be based on the known objective relations of the stimuli, and consequently can not be used to determine a relation between the sensation and the stimulus.

It is, however, possible to approach the problem from a new direction. An observer can not decide with any certainty when the difference in one pair of sensations is equal to the difference in another pair, but the time it takes to perceive a difference can be measured. The smaller the difference between two sensations, the greater is the time required to perceive it. When differences require equal times for discrimination, the discrimination is equally difficult, and the differences are equal for consciousness. A gray physically midway between white and black looks more like white than black, but observers differ greatly in the gray that they select as midway between white and black. If, however, we measure the time required to discriminate black from a gray reflecting 50 % of the light, we find it to be shorter than the time required to discriminate the gray

1) On the perception of small differences (with Professor G. S. Fullerton), University of Pennsylvania, 1892. On Errors of Observation. Amer. Journ. of Psychol. 1893.

from white. We can in this way find the gray equally difficult to discriminate from white and black, and this is the gray which for consciousness is midway between white and black. By the same method it is possible to make a complete scale of equal increments in sensation between white and black, and for the range of intensity or quality in any sense.

I have made experiments with intensities of light and sound, with differences in color and with lines, but will here record only the first mentioned. I should, however, like to call attention to the fact that apart from the measurement of sensation the method offers an excellent way to test differences in sensibility. For example, a person with normal color-vision takes about as long to discriminate red from green, as to discriminate yellow from blue. A person who belongs to one of the classes of red-green color-blindness takes a much longer time to discriminate red from green than to discriminate yellow from blue. This method of testing color-blindness follows closely the actual requirements of the railway service for stopping trains by color signals, in which case the determination of color-blindness is of practical importance.

In the experiments on the intensity of light, I used various methods. These included a method of securing a given physical difference by altering the angle of incidence of the rays of light, which constitutes, I believe, a new form of photometer, having certain advantages. I found it, however, most convenient to use gray surfaces, reflecting a known percentage of the light. These surfaces were washed with Indian ink. The ink was made as black as possible, and one piece of drawing paper was washed; then a drop of water was added to the ink, another piece was washed, and the process was continued until the wash became imperceptible. In this way 211 shades between black and white were obtained. These grays (in cards 5 cm. sq.) were then tested by various photometric methods. The series proved to have a fairly regular gradation, except that the steps increased toward the white end, the gray 95 steps from white being midway between white and absolute black.

Such a series of grays[1]) is suitable for testing the accuracy of

1) A hundred grays forming equal physical steps could be selected that would be preferable to this series of 211 cards.

discrimination and its variation under different circumstances, as with the intensity of the stimulus, in memory, etc. The physical differences are smaller than can be perceived, and if an observer arranges the grays as nearly as possible in the order of brightness, errors occur which measure the accuracy of discrimination. Thus in ten trials — the first two by the present writer and the others by eight different observers — the errors of displacement were as follows: 6,63, 7,97, 6,04, 6,2, 7,44, 7,81, 8,29, 8,77, 9,68, 11,5. The arrangement can be made in about an hour, and, as there are over 200 separate judgments, the average has a probable error of only about 0,5. Observers differ within the extremes of about 1 : 2 which agrees with other determinations. For the more accurate observers the error is 6 cards, or about 1/35th of the range between black and white. The degrees that appeared just noticeable when these were selected were between 13 and 32, but errors occured in the case of the larger number.

When the results of the ten series are combined and the relation of the error of displacement to the intensity is considered, it is found that while the error increases with the stimulus, it does so more slowly than required by Weber's law. The average displacement for each of seven groups of 30 cards (allowance being made for the longer steps between the brighter cards) was, approximately, 13,61, 10,06, 12,14, 10,03, 6,46, 5,09, 2,98.

In the table are given: (I) the approximate percentage of light reflected from the middle gray in each of the seven groups, that is the magnitude of the stimulus; (II) the error of observation in terms of percentages of light between white and an absolute black; (III) the error of observation in terms of the magnitude of the stimulus to the nearest whole fraction; (IV) the error of observation in terms of percentages of the magnitude, and (V) the error of observation in terms of percentages of the square root of the magnitude.

I.	II.	III.	IV.	V.
85	5,44	1/16	6,4	59
68	4,02	1/16	5,9	49
56	4,85	1/14	8,7	65
44	4,01	1/11	9,1	60
32	2,58	1/12	8,1	46
20	2,03	1/10	10,2	45
8	1,19	1/7	14,9	42

It appears, consequently, that as the stimulus increases the error of observation increases, but not so rapidly as the stimulus, being about $^1/_7$ with the weakest and $^1/_{16}$ with the strongest stimulus. It increases much more nearly in direct proportion to the square root of the stimulus, in accordance with the hypothesis I have proposed in place of Weber's law. This hypothesis — »The error of observation tends to increase as the square root of the magnitude, the increase being subject to variation whose amount and cause must be determined for each special case« — has not as yet received the consideration which the experimental evidence and theoretical explanation seem to me to warrant.

The photometric cards were made, as has been stated, for experiments in which differences in intensity were to be measured by the time of perception. Two gray surfaces, each 3×3 cm and of different intensities, were mounted side by side; the card was thus 6×3 cm and, viewed from a distance of 40 cm, was of convenient size for distinct vision. It was exposed by means of a dropping screen on the general plan of the gravity chronometer used by me at Leipzig. The screen was, however, of aluminium, and was drawn down by a long spiral spring, so that the rate of motion when the card was exposed was about 10 m per sec. The exposure appeared to be instantaneous, the card being uncovered in 3 σ and the registration being made with exactness. The Hipp chronoscope was used in the usual manner, being carefully regulated, so that its variable and constant errors were smaller than 1 σ. The observer reacted with right or left hand in accordance with the character of the stimulus — whether, e. g., the brighter card was to the right or left. For white the card was painted with zinc oxyde, and a nearly absolute black was secured by using a hole in a black box.

In the following table are given in σ the times of discrimination and movement of two observers (including the writer, C), when the differences in the lights were as stated. Each entry is the result of 100 measurements. The mean variation was between 10 and 20 σ in the different series, and the probable error of each is consequently between 1 and 2 σ. The first three and the last four differences were used simultaneously.

Lights	Times		Differences	
	C	X	C	X
100 : 0	231	243		
100 : 50	282	283	51	40
50 : 0	240	246	9	3
100 : 75	311	317	80	74
75 : 50	274	293	43	40
50 : 25	268	285	37	41
25 : 0	239	263	8	20

It will be seen by the table that white was discriminated from black and the movement made in 231 and 243 σ. When the differences were made smaller the times became longer, and the probable errors and the agreement between the two observers prove the validity of the method. A gray midway between white and black could be more quickly discriminated from black than from white, and equal objective differences are more quickly discriminated when the magnitudes are smaller.

As has been indicated a large number of experiments would be required to determine by this method degrees of intensity equally easy to discriminate and consequently equal for consciousness. I have also made preliminary experiments with sounds, lines and colors, but, as it is uncertain when I shall complete them, it seems desirable to take advantage of the present occasion to publish the method.

Die Hauptformen des Rationalismus.

Von

Jonas Cohn.

Freiburg i. Br.

Die allgemeinen Bezeichnungen philosophischer Richtungen erregen in dem wissenschaftlich Arbeitenden leicht gemischte Gefühle. Sie dienen nur allzu oft einer äußerlichen Kennzeichnung der Gedankenarbeit, einer Oberflächlichkeit, die mit einem Systeme fertig zu sein meint, wenn sie ihm eine Etikette aufgeheftet hat. Im Streite der Parteien sind sie vielfach zu Spottnamen herabgesunken, deren Anwendung in der wissenschaftlichen Polemik dann nahezu etwas Gehässiges bekommt. Trotzdem sind diese Namen unentbehrlich, besonders sobald es sich darum handelt, aus den Bemühungen der Vergangenheit für den Aufbau einer philosophischen Wissenschaft Nutzen zu ziehen. Denn zu diesem Zwecke ist es nöthig, aus der Fülle von Anschauungen, die in fast unmerklichen Uebergängen in einander fließen oder, von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend und in ganz verschiedener Sprache redend, kaum vergleichbar erscheinen, die principiellen Unterschiede herauszufinden. Nur so kann man hoffen, zu einer Uebersicht der wirklichen und schließlich gar der möglichen Antworten auf ein Problem zu gelangen. Soll dieses Ziel erreicht werden, so muss man durchaus versuchen, von einer bestimmten Problemstellung auszugehen. Wohl könnte es danach scheinen, als sei die hier angedeutete Aufgabe eine rein systematische, weil aus der Analyse der Fragestellung die möglichen Antworten sich von selbst ergeben müssten. Aber das auf sich gestellte Denken des Einzelnen wird schwerlich die ganze Fülle möglicher Auskünfte aus sich heraus entwickeln können. Hier vielmehr wird es stets nothwendig sein, Umschau in der Geschichte zu halten und zu unter-

suchen, wie bedeutende Denker, die ihr ganzes Leben der Herausarbeitung einer besonderen Ueberzeugung gewidmet haben, diese zu gestalten wussten. Man wird daher nicht umhin können, die Geschichte systematisch zu verwerthen.

Wenn ein Versuch in dieser Richtung sich in der Festschrift für Wilhelm Wundt einen Platz erbittet, so kann er einen besonderen Grund dafür anführen. Unser verehrter Lehrer hat als historisch orientirter Systematiker immer wieder in seinen Schriften große Uebersichten der philosophischen Richtungen und Problemlösungen gegeben. Die Aufgabe dieser Studie knüpft an solche Bestrebungen an, ist aber enger. Nicht alle Antworten auf eine der Grundfragen der Philosophie sollen systematisch und historisch vorgeführt werden, sondern nur die Spielarten einer der Hauptrichtungen, die sich in der Erkenntnisstheorie bekämpfen.

Bisweilen versteht man unter Rationalismus ganz allgemein alle Richtungen, die entschlossen sind, nur dasjenige anzuerkennen, was sich vor der Prüfung durch das Denken behaupten kann. Nimmt man den Begriff so weit, so ist Rationalismus identisch mit wissenschaftlichem Verhalten überhaupt. Denn nur wenn man das souveräne Recht des Denkens anerkennt, oder nur in soweit man dies thut, verhält man sich wissenschaftlich. Man verschleiert dieses Verhältniss zuweilen dadurch, dass man die nothwendige Anerkennung irrationaler Factoren im Erkennen und in der Wirklichkeit einwendet. Aber es lässt sich leicht nachweisen, dass dies ein bloßer Scheineinwand ist. Denn es ist etwas sehr Verschiedenes, zu sagen, man erkenne nur an, was vernünftige Prüfung aushält, oder alles zu leugnen, was nicht selbst Erzeugniss der Vernunft ist. Die Wissenschaft muss vielleicht das schlechthin Irrationale anerkennen, aber nur, weil es vor dem Denken sein Recht zu erweisen vermag. Rationalismus in diesem Sinne deckt sich also mit Wissenschaft und hat zu Gegnern nur solche Richtungen, die auf gewissen Gebieten oder bestimmten Fragen gegenüber das wissenschaftliche Prüfen grundsätzlich ablehnen. Soll daher das Wort »Rationalismus« zur Bezeichnung einer besonderen philosophischen, d. h. wissenschaftlichen Richtung verwendet werden, so muss es in einer engeren Bedeutung gebraucht werden, so dass andere wissenschaftliche Richtungen ihm gegenüber denkbar erscheinen. Es muss dann »ratio« »Vernunft« etwas bedeuten, das

in der Wissenschaft selbst einen Gegensatz haben kann, also eine besondere Form entweder des Erkenntnissverfahrens oder des Erkenntnissinhalts. Unter diesen beiden Möglichkeiten führt augenscheinlich die erste auf die principiellere Fragestellung. Allgemeine Aussagen über die Natur des Erkannten können nicht wohl anders als von der Natur des Erkennens her abgeleitet werden. Man kommt so dazu, unter Rationalismus eine der möglichen Antworten auf die Frage nach dem Wesen des Erkennens zu verstehen. Um die Art dieser Antwort genauer angeben zu können, wird es erforderlich sein, vor allem die Fragestellung noch etwas schärfer zu bestimmen. Denn es kann gar nicht zweifelhaft sein, dass ein sehr wesentlicher Theil des philosophischen Gedankenfortschrittes in der klareren Herausarbeitung der Probleme besteht. Höchstens könnte man einwenden, dass einer Classification philosophischer Richtungen nicht die geklärte, sondern die möglichst unbestimmte Form des Problems zu Grunde gelegt werden müsse, weil nur diese, nicht jene allen gemeinsam sei. Indessen dieser Einwand verwechselt die Ziele einer systematischen Uebersicht philosophischer Richtungen mit denen einer historischen Darstellung. Der Geschichtsschreiber freilich muss sich überall fragen, in welcher Form ein Problem einem bestimmten Denker gegenwärtig war, damit er nicht zu einer ungehörigen, weil unhistorischen Construction verführt werde. Wem es aber um eine systematische Uebersicht der Richtungen zu thun ist, der muss eine möglichst reine und umfassende Form des Problems zu Grunde legen, weil nur aus dieser klare Formen der Antwort folgen können; er wird dann versuchen müssen, die unreineren Formen als Annäherungen oder Trübungen zu verstehen. Daher muss hier bestimmt werden, was die Frage nach dem Wesen des Erkennens eigentlich will. Sie ist doch sicherlich nicht als ein bloßes Specialproblem gemeint, bei dem die Forschung sich auf das Erkennen richten soll, wie sie sich ebenso gut auf jeden anderen Vorgang oder jedes andere Ding in der Welt richten kann. Denn dann wäre unbegreiflich, woher gerade diesem Problem seine principielle Bedeutung zukäme. Vielmehr will die Frage als Grundproblem angesehen werden, dessen Beantwortung über Möglichkeit und Werth aller besonderen Erkenntnisse entscheidet. Mit anderen Worten, es soll der Grund der Geltung oder der Gewissheit des Erkennens festgestellt werden. Es ist leicht zu zeigen, dass dieses

die eigentliche Absicht auch dort ist, wo man scheinbar anders formulirt, etwa nach dem Ursprunge des Erkennens fragt. Unter dem mehrdeutigen Worte »Ursprung« versteht man dabei entweder die einfacheren Bestandtheile oder die zeitliche Entstehung des Erkennens. Wenn man aber, wie etwa Locke und seine Nachfolger thun, diese Frage als philosophische Grundfrage voranstellt, so will man aus ihrer Beantwortung Auskunft darüber gewinnen, welche Art des Erkennens und in welchen Grenzen sie Geltung beanspruchen darf [1]). Danach muss aber sogar, wer etwa die Berechtigung dieser Hoffnung zugibt, die Priorität der Geltungsfrage anerkennen. Denn er hätte zu beweisen, dass die Antwort auf die Ursprungsfrage zugleich die Geltungsfrage mit entscheidet. Es ändert natürlich nichts an dieser Sachlage, dass Locke und seine Nachfolger, sowie auch manche ihrer Gegner, dies ohne Beweis als selbstverständlich angenommen haben [2]). Auf die Frage nach dem Grunde der Geltung des Erkennens sind zunächst zwei einander gegenüberstehende Antworten möglich. Alle Gewissheit stammt aus den sinnlichen Eindrücken, sagt die eine, sie stammt aus der Thätigkeit des Denkens, entgegnet die andere Ansicht. Hier wird Zurückführung auf die unmittelbare Erfahrung, dort logische Ableitung aus den obersten Normen des Denkens, den Axiomen, das entscheidende Mittel des

---

1) Locke, Essay of Human Understanding I, 1, § 2, stellt es als seine Absicht hin, »to enquire into the original, certainty and extent of human knowledge«, und bald darauf meint er, er werde seine Arbeit nicht als verloren ansehen, wenn er Auskunft über die Wege geben könnte »whereby our understandings come to attain those notions of things we have and can set down any measures of the certainty of our knowledge« etc. (ich unterstreiche!) vgl. auch § 7. — Leibniz war sich sogar über die nur secundäre Bedeutung der Ursprungsfrage völlig klar. Um 1695 schreibt er Ph. (= Philos. Schriften, herausg. von C. J. Gerhardt, die ich auch künftig so citire) V, 16: »La question de l'origine de nos idées et de nos maximes n'est pas préliminaire en philosophie et il faut avoir fait de grands progrès pour la bien résoudre.« Die unglückliche Form seiner Schriften hat es gefügt, dass wir den polemischen Commentar zu Locke's Werk, die »Nouveaux essais«, als Leibnizens erkenntnisstheoretisches Hauptwerk ansehen müssen. Hier wird dann in einer, Leibniz selbst deutlich unsympathischen Weise, die Frage der angeborenen Vorstellungen in den Vordergrund geschoben.

2) Durch diese Art der Fragestellung unterscheidet sich meine Bestimmung des Rationalismus grundsätzlich von der Paulsen's: »Ueber die principiellen Unterschiede erkenntnisstheoretischer Ansichten. Vierteljahrsschr. f. wissenschaftl. Philosophie I, S. 159.

Beweises sein. Man nennt die erste dieser Richtungen am besten Sensualismus, weil die Sinnesempfindung dabei immer als eigentliche Erkenntnissquelle angesehen wird. Wegen des tadelnden Nebensinnes von Sinnlichkeit scheinen sich manche Vertreter dieser Richtung lieber farblos als Empiristen zu bezeichnen. Wenn man indessen solche gefühlsmäßige Nebenbedeutungen scharf ausschließt, werden derartige Empfindlichkeiten hinfällig und man kann das bezeichnendere Wort Sensualismus beibehalten. Die entgegenstehende Ansicht wird allgemein Rationalismus genannt. Neben diesen beiden Gegensätzen stehen nun nicht etwa nur charakterlose eklektische Mischformen, die bis zu einem gewissen Grade beide Ansichten neben einander dulden, auch nicht nur jene beachtenswertheren Vermittlungen, die dem Sensualismus und dem Rationalismus besondere Erkenntnissgebiete zuweisen, sondern noch eine dritte, von beiden principiell verschiedene Ansicht. Diese behauptet, dass in jeder Erkenntniss ein rationaler und ein irrationaler Factor zusammenwirken müssen. Da Kant der classische Vertreter dieser Anschauung ist, so pflegt man sie als Kriticismus zu bezeichnen; indessen ist dieser Name ungünstig. Kritik ist eine Methode, nicht eine Quelle der Gewissheit, Kriticismus ist jede Philosophie, die von der nicht metaphysisch oder genetisch sondern als Beantwortung der »Rechtsfrage« gemeinten Erkenntnisstheorie ausgeht und die Resultate der erkenntnisstheoretischen Untersuchung zur Norm ihrer weiteren Aufstellungen macht. Es führt zu Mehrdeutigkeiten, eine der möglichen Antworten nach dem Wesen des Erkennens nun auch als die »kritische« zu bezeichnen. Vielleicht wäre die Behauptung, dass beide Erkenntnissquellen stets zusammenwirken müssen, dass aller Werth des Erkennens auf diesem Zusammenwirken beruhe, als Utraquismus zu bezeichnen.

Den einander entgegenstehenden Ansichten des Rationalismus und Sensualismus pflegt man auch eine methodologische Wendung zu geben, indem man dem ersten die Deduction, dem zweiten die Induction zuertheilt. Unzweifelhaft liegt ein solcher Zusammenhang nahe; aber unbedingt nothwendig ist er nicht. Plato hat unter Vermittelung der Lehre von der Wiedererinnerung die sokratische Induction mit seinem Rationalismus vereinigt, von der andern Seite her hat Hobbes auf sensualistisch abgeleitete Axiome eine deductive, rechnende Methode aufgebaut. Die methodologische Frage ist

eben der erkenntnisstheoretischen gegenüber abgeleitet und weniger grundsätzlich.

Man kann nun also definiren: Rationalismus ist jede Philosophie, die den Grund der Gewissheit alles oder doch des wahrhaft werthvollen Erkennens im reinen Denken sieht. An dieser Definition sind jetzt nur noch die Worte »alles oder doch des wahrhaft werthvollen« zu erläutern. In ihnen drückt sich die Unterscheidung zweier Arten des Rationalismus aus. Kein Rationalist kann leugnen, dass es etwas gibt, was, ohne reines Denken zu sein, den Anspruch auf Geltung als Erkennen erhebt. Dieser Thatsache gegenüber kann er sich verschieden verhalten. Er kann die Ansprüche der Empirie als bloße Anmaßungen schroff zurückweisen oder er kann sie als minder werthvolle und unvollkommene Art der Erkenntniss anerkennen. Die erste Abart kann man als strengen, die zweite als laxen Rationalismus bezeichnen. Ein durchgeführter laxer Rationalismus wird meist versuchen, sein Zugeständniss dadurch mit seiner Voraussetzung zu vereinigen, dass er den Werth der Empirie irgendwie indirect wieder auf reines Denken zurückführt.

Rationalismus ist eine der Antworten auf die Frage nach dem Wesen des Erkennens. Folgt aber nicht aus dieser Antwort auch etwas für das Wesen des Erkenntnissinhalts? Ohne Zweifel; wenn wahres Erkennen reines Denken ist, so muss das wahrhaft Erkannte dem Denken vollkommen durchsichtig, durch und durch rational sein. Das Irrationale kann der Rationalismus niemals als etwas Letztes, immer nur als eine Aufgabe anerkennen. Dagegen ist es nicht nothwendig, dass eine rationalistische Philosophie, selbst wenn sie Metaphysik ist, auch das Wesen der Welt als ein Denken ansieht. Es kann etwas rational sein, ohne »ratio« zu sein. Eines der vollendetsten rationalistischen Systeme, das Spinozas, setzt denn auch das Wesen der Dinge keineswegs allein ins Erkennen. Umgekehrt freilich wird eine Philosophie, die das Wesen der Welt im Denken sieht, nothwendig rationalistisch sein, denn wenn das Wesen der Welt im Denken besteht, so muss erst recht das menschliche Erkennen wesentlich Denken sein. Dass es sinnlos wäre, das Wesen der Welt in eine sensualistisch gefasste Erkenntniss, d. h. in eine Abhängigkeit von etwas, was nicht ihr selbst angehört, zu setzen, braucht nicht erst erörtert zu werden. Diese Richtung behauptet also eine Wesens-

gleichheit zwischen Erkennen und Erkanntem. Alle diejenigen Theorien, die auf irgend einem Gebiete das Erkennen für den allein wesentlichen Thatbestand halten, bezeichnet man, um sie vom Rationalismus zu unterscheiden, als Intellectualismus. Die hier besprochene Ansicht vom Wesen der Welt wäre danach als allgemeiner oder metaphysischer Intellectualismus zu bezeichnen. Da er ein Logisches zum Wesen des Alls macht, nennt man ihn auch Panlogismus. Von ihm zu unterscheiden sind die Formen des speciellen Intellectualismus. Diese beschränken sich auf Gebiete, auf denen die Behauptung, dass sie wesentlich Intellect seien, ohne metaphysische Theorien möglich erscheint. Diese Gebiete gehören dann nothwendig dem menschlichen Geistesleben an. Hier aber können zwei ganz verschiedene Fragen auftreten, die beide eine intellectualistische Antwort zulassen: die nach den wesentlichen Bestandtheilen und die nach den herrschenden Werthen im Geistesleben. Im ersten Falle ist Intellectualismus eine psychologische Theorie, die es versucht, alle auf den ersten Blick nicht intellectuellen Gebilde unseres Seelenlebens (Wille, Gefühl) aus intellectuellen Elementen abzuleiten. Im zweiten Falle handelt es sich darum, die auf den ersten Blick nicht intellectuellen Werthe, die ethischen, ästhetischen u. s. w., auf die des Erkennens zurückzuführen. So steht dem psychologischen Intellectualismus ein Intellectualismus des Werthens gegenüber, der seinerseits wieder in ethischen, ästhetischen und religiösen Intellectualismus zerlegt werden kann. Beide Arten sind theoretisch von einander unabhängig. Man kann das psychologische und das Werthproblem vollkommen von einander trennen. Aber selbst wenn man das nicht thut, kann man zwar Gefühl und Willen aus Vorstellungsverhältnissen ableiten, das ethisch oder sonst Werthvolle aber doch nicht in diesen Elementen sondern nur in jenen Complexen erblicken. Umgekehrt kann man die existentiale Selbständigkeit von Gefühl und Wille anerkennen, ohne ihnen einen Werth zuzuschreiben. In den vorhandenen Systemen bleiben freilich Werth- und Bestandtheilsfrage oft höchst ungenügend geschieden und dann geht natürlich eine Form des speciellen Intellectualismus unterschiedslos in die andere über. Beide Formen des speciellen Intellectualismus können ohne Rationalismus vorhanden sein und sind dies auch häufig. Denn auch wenn man das Erkennen sensualistisch auffasst, ist es möglich, das ganze Seelen-

leben nach Analogie des Erkennens zu erklären oder alle Werthe auf Erkennen zurückzuführen. Historisch findet sich besonders der psychologische Intellectualismus mit Sensualismus verbunden in der einflussreichen englischen Associationspsychologie. Umgekehrt ist es unnöthig, dass der Rationalismus mit psychologischem oder werthendem Intellectualismus verbunden ist. Eine rationalistische Erkenntnisstheorie könnte an sich auch im Seelenleben ein »rationale« anerkennen, das nicht »ratio« ist. Freilich wird sich das hier schwerer als für die Körperwelt durchführen lassen und hat daher auch historisch kaum eine bedeutende Verwirklichung gefunden. Noch weniger aber ist der Rationalismus genöthigt, alle Werthe aus denen des Erkennens abzuleiten. Der Unterschied von Rationalismus und Intellectualismus tritt besonders deutlich hervor, wenn man betont, dass Rationalismus sich auf den Gegensatz: Denken, Empfindung, specieller Intellectualismus auf den Gegensatz: Vorstellung, Wille (Gefühl) bezieht, wobei die Vorstellung ebenso gut sensualistisch wie rationalistisch aufgefasst werden kann.

Definiren und gegen andere Begriffe abgrenzen kann man den Rationalismus in einer fast rein theoretischen Untersuchung. Will man aber die principiell verschiedenen Hauptformen dieser Grundansicht vorführen, so muss man die historische Entwicklung etwas näher zu Rathe ziehen. Denn eine Aufzählung bloßer Möglichkeiten würde den Auskünften des Geistes doch niemals genug thun und wiederum vieles besprechen müssen, was sich sogleich als werthlose Form erweist, die niemals mit der Wirklichkeit eines durchgebildeten philosophischen Systemes erfüllt werden konnte. Die erste Unterscheidung lässt sich dadurch machen, dass in einzelnen Systemen oder Gedankenreihen der Grundsatz des Rationalismus den Anschauungen zu Grunde liegt, aber nicht als solcher ausgesprochen wird, während in anderen sich die Reflexion des Denkers grade diesem Grundsatze selbst zuwendet. Man kann diese beiden Formen als bewusste und unbewusste bezeichnen. Aber diese Namen sind nicht sehr glücklich, viel treffender wären die Hegel'schen Ausdrücke »an sich« und »für sich seiend«. Doch ist es wohl hoffnungslos, das Vorurtheil besiegen zu wollen, das diese Terminologie in Folge ihres vielfachen Missbrauches gegen sich wachgerufen hat.

Die Ansätze zum Rationalismus im vorwissenschaftlichen Denken

sind unbewusst, unbewusst ist sehr häufig auch die Wirksamkeit rationalistischer Motive in den Einzelwissenschaften. Die philosophische Arbeit wird dann diese Ansätze ins Bewusstsein zu erheben haben. Daher findet sich in der Philosophie relativ selten ein vollkommen unbewusster Rationalismus, weit häufiger, bis in die Gegenwart hinein, ein nicht vollkommen bewusster. Besonders interessant ist die erste Erkebung ins Bewusstsein, die der Rationalismus in der griechischen Philosophie erfahren hat. Ein unbewusst rationalistisches Element zeigt sich zugleich mit dem Beginn des Philosophirens in dem Einheitsstreben der ionischen Philosophen. Diese Forderung der Einheit wird von Xenophanes ausdrücklich und allgemein hervorgehoben. Heraklit, der das vereinheitlichende Gesetz im ewigen Wechsel sucht, beginnt dann, wie Kühnemann[1]) es ausdrückt, »den in der Entwicklung der Philosophie welthistorischen Kampf gegen die Sinne« und preist das Denken, das allen gemeinsam ist[2]). Aber weder rein noch vollbewusst scheint sein Rationalismus zu sein. Parmenides geht nach beiden Richtungen hin über ihn hinaus. Er fordert nicht nur Läuterung der Sinneserkenntniss — worauf es bei Heraklit herausgekommen zu sein scheint — sondern er verwirft sie ganz und gar. Das reine Denken, das das Eine, Seiende erfasst, ist ihm der rechte Weg zur Wahrheit. Denken und Sein sind identisch[3]). Sein ganzes System ist im Grunde Verkündigung des Satzes der Identität, des obersten Denkgesetzes. Aber diesem begeisterten Preise des reinen Denkens fehlt noch eins: die ausdrückliche und positive Kennzeichnung dieses wahren Erkenntnissmittels.

Dieser Fortschritt war im Kampfe gegen die Sinne nicht zu gewinnen, sondern er entstammt der Abwehr eines anderen Gegners, der auf das Erkennen überhaupt den Angriff wagte, nämlich der sophistischen Skepsis. Hier wurde geleugnet, dass es Erkennen überhaupt gibt; es wurde damit alles der Willkür des Meinens, dem Belieben des Einzelnen, dem leeren Gerede überliefert[4]). Wollte man

1) Grundlehren der Philosophie. Berlin 1899. S. 39.

2) Heraklitos von Ephesos. Griechisch und deutsch von H. Diels. Berlin 1901. Fragm. Nr. 112, 113. — dazu, um den Werth des Gemeinsamen bei H. zu würdigen, Fragm. Nr. 89.

3) Parmenides Lehrgedicht, griechisch und deutsch von H. Diels. Fragm. I, Vers 33—38, Fragm. V, Fragm. VIII, Vers 34—37.

4) Diese negative Charakteristik der Sophisten erschöpft natürlich ihre Ver-

dem entrinnen, so genügte es nicht mehr, sich von der Sinneserkenntniss abzuwenden und eine wahre Quelle der Weisheit in sich zu fühlen und andeutend zu preisen, vielmehr musste man sich deutlich machen, wo die letzte unbestreitbare Quelle aller Gewissheit liegt. So erhoben erst Sokrates und Plato den Rationalismus zum vollen Bewusstsein. Die Grundsätze des Denkens garantiren sich selbst, sie sind unbestreitbar, sie sind anderseits nichts von außen dem Geiste Aufgedrungenes, sondern das wahre Wesen des Geistes selbst, der in ihnen seine Macht und seinen Stolz hat. Dieses Gefühl der Würde des Denkens ist das Pathos des Rationalismus, das aus Plato's Dialogen uns ergreifend entgegentönt. Wie seine Vorstufen, so ist auch dieser vollbewusste Rationalismus realistisch, d. h. er sieht im Erkennen die Abbildung einer außerhalb des Erkennens vorhandenen Wirklichkeit. Der Grundsatz des Rationalismus, dass das reine Denken wahre Erkenntniss gibt, formt sich hier also dahin um, dass das klar Erkannte wirklich ist. Diese Form bezeichnet man als Grundsatz des Ontologismus. Mehr oder minder bewusster Ontologismus ist aller Rationalismus von Plato bis zu Leibniz. Sehr verschieden stellen sich diese Systeme zum metaphysischen Intellectualismus. Plato hängt diesem nicht eigentlich an, aber eine Tendenz dahin liegt in seinem System und wird nur von entgegenstehenden Denkmotiven an voller Durchsetzung verhindert. Da es sich hier nicht um eine historische Untersuchung handelt, sondern die Geschichte nur der auf die Hauptformen gerichteten phänomenologischen Untersuchung dient, so müssen die von diesem Gesichtspunkte aus untergeordneten Verschiedenheiten der Systeme außer Betracht bleiben. Bedeutsam dagegen ist auch für uns eine Vergleichung des antiken Ontologismus mit dem modernen, der von Descartes ausgeht. Auch dieser neuere Rationalismus kommt zum Selbstbewusstsein durch die Ueberwindung des Zweifels. Aber dieser Zweifel steht dem Philosophen nicht als äußerer Gegner, als sophistischer Mitunterredner gegenüber, er sitzt in ihm selbst und quält ihn als Bewusstsein der Ungewissheit. Descartes kann diesen Feind nur überwinden, indem er ihm einmal Macht über alles gibt, was er anzugreifen vermag, und so in

dienste um die Erkenntnisstheorie nicht, sie ist platonisirend und daher einseitig — aber auf den Rationalismus hat eben gerade diese einseitige Auffassung der Sophistik gewirkt.

der Zurückziehung auf die unangreifbare Festung der Selbstgewissheit des Denkens Kraft gewinnt. Unbildlich ausgesprochen: der Zweifel erhält Bedeutung als Methode der Gewinnung des Wissens. Dieser neue Rationalismus ist psychologischer und zum Theil auch werthender Intellectualismus, aber nicht metaphysischer. Dies ist eine Folge der Verbindung, in die er mit der mathematischen Physik tritt. Hier war ein Herrschaftsgebiet des Geistes entstanden, das dem Denken einen ganz neuen Siegeszug eröffnete. Wenn man, wie Descartes that, den Körper selbst auf Ausdehnung reducirte und die Geometrie für eine rein rationale Wissenschaft hielt, so musste die Körperwelt etwas vollkommen Rationales werden. Da aber in jedem bewussten Rationalismus doch auch die Selbständigkeit des Denkens zum stärksten Ausdruck kommt, so entstand ein Dualismus, den dann Spinoza in der Einheit seiner Substanz und dem Parallelismus ihrer Attribute zu überwinden suchte. Für diesen neuen Ontologismus musste daher der Nachweis, dass der physikalische Körper nicht auf Ausdehnung reducirbar ist, höchst bedeutsam werden. Diese Einsicht vertritt Leibniz. Die Wichtigkeit seiner dynamischen Körperauffassung für seine gesammte Philosophie wird oft und mit Recht hervorgehoben. Weniger deutlich pflegt in den Darstellungen zu werden, dass dies doch nur eine specielle Ausprägung eines viel allgemeineren Verhältnisses ist. Denn Leibniz ist, um es kurz zu sagen, derjenige Ontologist, der alle Schwierigkeiten dieser Richtung erkennt, in sein System verarbeitet und doch Ontologist bleibt. Darum ist seine Philosophie die reichste und complicirteste, die auf dem Boden des Ontologismus erwachsen konnte. Sie hat für die Phänomenologie und für die Kritik des Rationalismus ein Interesse, wie es in gleichem Maße nur noch Hegel's System erweckt. Anderseits ordnet sich die Mannigfaltigkeit von Leibnizens Gedanken unter diesem Gesichtspunkte zu einem architektonischen Ganzen[1]).

1) Dass die Betrachtung eines Systems unter nur einem phänomenologischen Gesichtspunkte nothwendig einseitig ist, ist selbstverständlich. Ich hebe es nur hervor, um zu erkennen zu geben, dass ich mir dieser Einseitigkeit bewusst bin. In der Metaphysik — und das bedeutet bei L. eben doch im Centrum der Philosophie — bleibt Leibniz Ontologist, während bei seiner Behandlung specialwissenschaftlicher Probleme die Gegenmotive, die er dann metaphysisch auflöst, öfters allein zum Ausdruck kommen. Wie sich das Bild unter Voranstellung der mathematisch-physikalischen Gedankenreihen gestaltet, dazu vgl. jetzt: Ernst

Leibniz erkennt die Bedeutung einer irrationalen Quelle des Erkennens nicht etwa nur im einzelnen an — das that auch mancher Rationalist vor ihm —, sondern er hebt sie auch grundsätzlich hervor. Er führt besondere Principien der Thatsachenerkenntniss ein[1]). Dass die Sinneswahrnehmung der wesentliche Vermittler der besonderen Wahrheiten ist, hebt er ausdrücklich hervor. Aber er löst dieses Zugeständniss an den Sensualismus dadurch rationalistisch auf, dass er die Sinneswahrnehmungen als undeutliche Formen der Verstandeserkenntnisse erklärt. Diese so einflussreiche Lehre hat zwei Wurzeln: einerseits die Fülle der Thatsachen, die auch gegenwärtig immer wieder zur Annahme eines Unbewussten im Seelenleben führen, anderseits die physikalische Zurückführung der Sinnesqualitäten auf Bewegungen eines qualitätlosen Stoffes[2]). Man kann sagen, dass Leibniz das Zustandekommen der Qualitäten aus den unbewusst bleibenden Wahrnehmungen der Bewegungen nach Analogie der Entstehung eines unbestimmten Gesammteindruckes aus einer Fülle mitschwingender Erinnerungen denkt. Der Erkenntnisswerth der Sinneswahrnehmung beruht darauf, dass sie, allerdings nicht für den Menschen, sich als verdunkelte Zusammenziehung reiner Verstandeserkenntniss erweist.

Nun tritt aber zu dem so aufgehobenen Einwande gegen jeden Rationalismus überhaupt die Opposition gegen die körperwissenschaftliche Voraussetznng der rationalistischen Metaphysik der Cartesianer hinzu. Die Bewegungsgesetze des Körpers sind nicht abzuleiten, wenn man Körper mit Ausdehnung gleichsetzt. Dadurch kommt in

---

Cassirer, »Leibniz' System in seinen wissenschaftlichen Grundlagen«. Marburg 1902. Dies Buch erschien erst, als die obige Darstellung niedergeschrieben war.

1) Z. B.: Ph. IV, 357.

2) cf. neben der Hauptstelle im Vorwort der »Nouv. Ess.« Ph. V, 46—49 für den Zusammenhang der »petites perceptions« mit den secundären Qualitäten, die so vor dem Vorwurf der Willkürlichkeit gerettet werden, Ph. V, 109 (Nouv. Ess. II, 2, 1), Ph. V, 118 (Nouv. Ess. II, 8, 13), Ph. II, 314 u. s. w. Unter den psychologischen Thatbeständen scheint der ästhetische Geschmack noch eine besondere Rolle gespielt zu haben. H. v. Stein, Entstehung der neueren Aesthetik (Stuttgart 1886), S. 102, weist auf den Begriff der »délicatesse de goût« hin. Ein Beweis dafür, dass L. diesen Begriff bei seinem ersten Pariser Aufenthalt aufgenommen hat, findet sich in einem in Guhrauer's Biographie I, 114 mitgetheilten Briefe an Habbeus. Auch 1686 wird die ästhetische Beurtheilung als Beispiel der »idée claire mais confuse« gebraucht Ph. IV, 449.

die, wie es schien, nach dem Bilde der Geometrie völlig rationalisirte Physik ein irrationales Element: die dem Körper innewohnende Kraft. Leibniz führt auch dies irrationale Element durch seine Metaphysik auf eine Rationalität zurück, indem er in Anknüpfung an seine Psychologie die Kraft und damit das wahre Wesen des Körpers als eine Form des Geistes fasst, die auf einer Stufe sehr undeutlicher Erkenntniss stehen geblieben ist. »Corpus est mens momentanea«. Zugleich gewinnt er dadurch ein neues Mittel zur Verdeutlichung seiner rationalistischen Auffassung des Geistes. Wie eine Differentialformel es erlaubt, durch Einsetzung bestimmter Werthe den ganzen Verlauf einer Curve oder Bewegung aus dem allgemeinen Gesetz, das in jedem Punkt oder Augenblick gleich erkennbar ist, zu berechnen, so lässt sich auch der Geist gewissermaßen als eine Differentialformel auffassen, deren vollständige Kenntniss die Kenntniss aller seiner künftigen und vergangenen Vorstellungen möglich macht. Man sieht, dass Leibnizens Philosophie nicht beim psychologischen Intellectualismus stehen bleiben konnte, sondern zum metaphysischen fortschreiten musste.

Der Rationalismus war dadurch als Ontologismus bestimmt worden, dass er sich mit der realistischen Auffassung des Erkennens als einer Abbildung verband. Auch die Schwierigkeiten der Abbildungstheorie kennt Leibniz, und zwar nicht erst als Ergebniss eigenen Denkens, sondern schon als Erbe der cartesianischen Schule, insbesondere des Malebranche. Freilich ist damit zugleich eine Schwäche des Systems berührt. Diese Schwierigkeiten werden nämlich nicht mit Hülfe der principiell entscheidenden erkenntnisstheoretischen Fragestellung bewusst, sondern als ein Theil des metaphysischen Problems der Wechselwirkung. Aber diese Schwäche ist ebenfalls kein Zufall. Die hier hervortretende Zurückdrängung der Erkenntnisstheorie macht es überhaupt allein möglich, dass Leibniz Ontologist bleibt. So wird denn hier die Abspiegelungstheorie zunächst verworfen: Die Monade hat keine Fenster, dann aber mit Hülfe der prästabilirten Harmonie wieder zurückgeführt: Durch diese Harmonie ist jede Monade ein Spiegel des Universums. Es braucht hier nur angedeutet zu werden, dass diese Theorie mit Hülfe der vorher dargestellten Denkmittel, der undeutlichen Vorstellungen und der Differentialformel, durchgeführt wird.

Dieselben Denkmittel und die besondere Stellung des Menschengeistes im Reiche der Monaden dienen auch dazu, die Schwierigkeiten zu überwinden, die das Unendlichkeitsproblem jeder Metaphysik in den Weg legt. Denn auch diese Schwierigkeiten hat Leibniz vollkommen durchschaut und anerkannt [1]).

Es war nachgewiesen worden, dass Leibnizens Rationalismus zum metaphysischen Intellectualismus führen musste. Von hier aus könnte ein Einwurf gegen die ganze hier versuchte Construction dieses Systems gemacht werden. In Leibnizens Metaphysik scheint doch ein voluntaristisches Element zu stecken. Gott wählt diese Welt als die beste aus der unendlichen Zahl der möglichen Welten. Diese Wahl ist der Ursprung der thatsächlichen Wahrheiten. Dadurch scheint das Irrationale schließlich doch ein Eigenrecht zu erhalten. Aber es steht damit wie mit den vorher besprochenen Punkten, wiewohl die rationalistische Auflösung hier in Folge der theologisch vorsichtigen Ausdrucksweise weniger hervortritt. Zunächst ist Gottes Freiheit nur scheinbar, als vollkommenes Wesen ist er vollkommen gut und als vollkommene Güte kann er nur durch das Beste bestimmt werden. Das Finden dieses Besten ist aber lediglich Resultat eines intellectuellen Processes. Ordnung und Einfachheit, sowie Menge des Coexistirenden sind die Bestimmungen, die überall wiederkehren, wo Leibniz daran geht, den Begriff der Vollkommenheit näher zu bestimmen; es handelt sich also um rein intellectuelle Werthe, denn die an Aesthetisches gemahnende Formulirung knüpft doch eben auch lediglich an die intellectuelle Seite des ästhetischen Werthes an. Charakteristisch für Leibniz ist, dass er so oft betont, es komme keineswegs allein auf das Wohl der selbstbewussten Monaden an. Sogar die Gerechtigkeit im Reiche der bewusst wollenden Wesen wird nur als Theil der allgemeinen Ordnung betrachtet und kann daher im einzelnen Falle allgemeineren Rücksichten geopfert werden. Man sieht, die Vollkommenheit der besten Welt ist eine rein intellectuelle Bestimmung. Entsprechend wird auch das Uebel als eine bloße Negation erklärt, so dass seine geringstmögliche Summe im Grunde aus der größtmöglichen Menge des Coexistirenden, also aus einem

1) Vgl. die Darstellung in meiner »Geschichte des Unendlichkeitsproblems«. Leipzig 1896.

transcendenten Rechenexempel folgt. So löst sich auch das voluntaristische Element in Leibnizens Metaphysik vollkommen intellectualistisch auf[1]).

Wenn man diesen großartigen Versuch, den Ontologismus mit voller Berücksichtigung aller Gegengründe aufrecht zu erhalten, überschaut, so wird bei aller Bewunderung doch das Gefühl der Künstlichkeit dieses Baues sofort auftreten. Die widerstreitenden Elemente sind in ein nur labiles Gleichgewicht gebracht, das keine Erschütterung ertragen kann. Die unsystematische, oft durch fremde Einwürfe angeregte Form von Leibnizens Schriften trägt noch mehr dazu bei, auf diese Beschaffenheit hinzuweisen, ja sie verführt manchen Leser, den großen Stil des Ganzen zu verkennen, und den planmäßig künstlichen Bau für ein bloßes Gewirr an einander gereihter Nothhütten zu halten. Von der andern Seite her kann man in Leibniz auch wieder leicht zuviel hineinlegen, wenn man vergisst, dass alle die scharfsinnigen Gegengründe gegen den Ontologismus nur dazu da sind, widerlegt zu werden. Aber freilich mit dem Sturze dieses Systems ist das Schicksal des Ontologismus besiegelt. Alle Versuche, ihn wieder aufleben zu lassen, sind für den Fortschritt des Gedankens bedeutungslose Rückständigkeiten. Es war deshalb geboten, etwas näher auf dieses System einzugehen, zumal der hier durchgeführte Gesichtspunkt, wie ich glaube, Licht in die Darstellung desselben bringen kann.

Die Möglichkeit, aus reinen Identitäten fruchtbare neue Folgerungen zu gewinnen, an der auch Leibniz nicht gezweifelt hatte, war durch die Sensualisten mehr und mehr in Frage gestellt worden. Aber diese Bestreitung war nicht principiell genug, so lange als Gegeninstanz die Mathematik und insbesondere die Geometrie stehen blieb, deren Analogie den Ontologisten zum Leitstern diente. Darum ist der von Kant in seiner Inauguraldissertation wesentlich auf dem Boden des Rationalismus geführte Beweis, dass alle mathematischen Sätze ihre Fruchtbarkeit nicht dem bloßen Denken, sondern zugleich den hinzutretenden reinen Formen der Sinnlichkeit verdanken, von

1) Dies ist aus der Theodicee, dem scheinbar am meisten voluntaristischen Werke L.'s, heraus zu belegen. Vgl. besonders Nr. 208, Ph. VI, 241, die ganz rationalistische Bestimmung der gewählten Regeln, dann die Definition des Uebels als Negation Nr. 29, Ph. VI, 119 u. s. w.

so fundamentaler Bedeutung. Da zugleich die Zurückführung der Sinnlichkeit auf undeutliche Erkenntniss beseitigt wird, ist die Katastrophe des Ontologismus eingetreten. Noch bleibt die Erkenntniss der intelligiblen Welt als eine Möglichkeit stehen; aber diese Möglichkeit, zu deren Verwirklichung sich schon hier kein Weg zeigt, wird in der Kritik der reinen Vernunft vollkommen beseitigt durch den Nachweis, dass ohne einen hinzukommenden Factor die Kategorien des Verstandes keine Erkenntniss geben können. Da zugleich die Abbildungstheorie widerlegt wird, ist der Ontologismus besiegt, mögen sich auch noch so viele Reste der durch die Arbeit eines Lebens überwundenen Jugendanschauungen in einzelnen Aussprüchen Kant's erhalten haben. Aber der Rationalismus ist mit dieser seiner einen Form noch nicht beseitigt. Eine neue Form desselben findet sogar gerade bei Kant einen wichtigen Anknüpfungspunkt. Die Abhängigkeit alles Erkannten von den Formen des Erkennens kann leicht zu dem Bestreben erweitert werden, nun den Erkenntnissinhalt aus diesen Formen ableiten zu wollen. Der fundamentale Unterschied dieses nachkantischen Rationalismus vom Ontologismus liegt zunächst darin, dass er seine Ansprüche nicht mehr auf irgend eine Form der Abspiegelungstheorie gründen kann. Da aber auch dieser Rationalismus das wahre Wesen der Welt erkennen, also metaphysisch sein will, so muss er eine andere Begründung dieser Metaphysik suchen. Er findet sie in der Ueberzeugung, dass das reine Denken unmittelbar identisch mit dem wahrhaft Wirklichen ist. In dem Ausgehen von der Selbstgewissheit des Denkens und in der metaphysischen Wendung, die er dieser Selbstgewissheit sogleich giebt, stimmt er mit Plato und Descartes überein; aber er fällt nicht, wie diese, in eine Abspiegelungstheorie zurück. Aller Ontologismus hatte trotz entgegengesetzter Ansätze schließlich immer die Wahrheit wie eine vom Denken außerhalb seiner selbst zu fassende Sache gedacht sei, war also realistisch gewesen oder geworden. Erst die Nachfolger Kant's verbinden den Rationalismus mit consequentem Idealismus. Man kann daher ihre Stellungnahme als idealistischen, metaphysischen Rationalismus bezeichnen. Vollendet durchgeführt ist diese Philosophie im System Hegel's. Auf ihn bezieht sich daher diese Darstellung wesentlich, da es ihr nicht auf den historischen Nachweis der Zusammenhänge, sondern auf die systematische

Charakteristik der Hauptformen ankommt. Soll das Denken den wahren Inhalt in sich selbst haben, so muss die Lehre vom Denken nicht nur formale, sondern auch materiale Grundwissenschaft sein: Logik und Metaphysik fallen zusammen. Nun war aber durch Kant's Analyse des mathematischen Erkennens der alten, auf dem Satze des Widerspruchs beruhenden, formalen Logik auch der letzte Schein materialer Fruchtbarkeit entzogen. »Die gesunde Vernunft hat ihre Ehrerbietung vor der Schule, die im Besitze solcher Gesetze der Wahrheit und in der sie noch immer so fortgeführt werden, so sehr verloren, dass sie dieselbe darob verlacht, und einen Menschen, der nach solchen Gesetzen wahrhaft zu sprechen weiß: Die Pflanze ist eine — Pflanze, die Wissenschaft ist — die Wissenschaft, und so fort ins Unendliche, für unerträglich hält« [1]). Auch die syllogistischen Regeln haben zwar eine wesentliche Bedeutung, betreffen aber überhaupt nur eine Richtigkeit der Erkenntnisse, nicht die Wahrheit. Es muss also eine ganz neue Logik gefunden werden, wenn sie der ihr hier gestellten Aufgabe genügen soll. Diese neue Logik wird gewonnen durch eine völlig veränderte Auffassung der Negation. »Das Einzige, um den wissenschaftlichen Fortgang zu gewinnen, und um dessen ganz einfache Einsicht sich wesentlich zu bemühen ist, — ist die Erkenntniss des logischen Satzes, dass das Negative ebenso sehr positiv ist, oder dass das sich Widersprechende sich nicht in Null, in das abstracte Nichts auflöst, sondern wesentlich nur in die Negation seines besonderen Inhaltes, oder dass eine solche Negation nicht alle Negation, sondern die Negation der bestimmten Sache, die sich auflöst, somit bestimmte Negation ist; dass also im Resultate wesentlich das enthalten ist, woraus es resultirt« [2]). Diese positive Bedeutung macht die Negation geeignet, Moment in der Selbstbewegung des Geistes zu werden, und diese Selbstbewegung ist ja zugleich das wahre Denken und das wahre Sein. Dass Hegel's Rationalismus metaphysischer Intellectualismus sein muss, folgt hieraus ohne weiteres. Ja, es gibt kaum ein anderes System, das diese Richtung so unvermischt vertritt, und man hat daher den Namen Panlogismus dieser Weltanschauung besonders

1) Hegel, Logik. Vorrede zur 2. Aufl. Werke III, 20.
2) Hegel, Logik. Einleitung. Werke, III, 41.

zugeeignet. Zugleich erhält hier der Intellectualismus des Werthens eine besondere Bedeutung: die praktisch gesetzgebende menschliche Vernunft wird zugleich bevorzugtes Object und methodisches Vorbild des Philosophirens. Sie rückt gleichsam in die Stelle ein, die im 17. Jahrhundert die mathematische Naturwissenschaft eingenommen hatte. Die dialektische Logik kann zugleich dem historischen Gange der cultursetzenden Vernunft gerecht werden und erhält von ihm ihren Inhalt. Intellectualismus und Rationalismus fallen hier vollständig zusammen.

Das Hegel'sche System hat sich durch seine Ausführung selbst widerlegt. Ganz unverkennbar nimmt es immer wieder Inhalte auf, die es nicht aus der dialektischen Bewegung seines Denkens erzeugt. Dass auch diese Form des Denkens dem Denkinhalt gleichgültig gegenüber steht, zeigte sich in der Zersetzung der Hegel'schen Schule dadurch, dass das Schema des Meisters von den verschiedenen Jüngern mit entgegengesetztem Inhalt erfüllt wurde. Dabei war auch unschwer nachzuweisen, dass dieses dialektische Denken selbst keineswegs, wie es beansprucht, reines Denken ist. Mit diesem Zusammenbruche des Hegel'schen Systems ist bisher wenigstens die Geschichte des metaphysischen Rationalismus zu Ende, und es ist auch kaum abzusehen, mit welchen Mitteln eine wesentlich neue Form desselben geschaffen werden sollte, da sich seine Durchführung mit Hülfe des gewöhnlichen logischen Denkens als ebenso unmöglich erwiesen hatte, wie seine Constituirung durch ein dialektisches Denken. Indessen bleibt bei diesem Sturze eine Frage bestehen. Unzweifelhaft haben doch sowohl die alten wie die neuen rationalistischen Systeme große positive Leistungen aufzuweisen. Man darf daran erinnern, was der Ontologismus für die Physik bedeutete, wie die kleinen Vorstellungen Leibnizens die Psychologie bereicherten, welche Bedeutung der nachkantische, metaphysische Idealismus für Geschichte und Normwissenschaften hat. Noch wesentlicher vielleicht aber ist, dass fast alle großen Fortschritte in der philosophischen Problemstellung von der Begründung und Widerlegung der großen rationalistischen Systeme von Parmenides und Heraklit bis auf Hegel herstammt. Die Geschichte des Rationalismus gleicht einigermaßen der der Kreuzzüge. Eine große Idee bewegt zu unerhörten Anstrengungen; das gelobte Land wird nicht dauernd erobert, aber von jedem Zuge

werden die reichsten Keime neuer Entwicklungen zurückgebracht. Sollte sich darin nicht eine wesentliche Bedeutung des Rationalismus aussprechen? Sollte es nicht genügen, dass man den undurchführbaren metaphysischen Anspruch aufgibt, um den wahren methodologischen Kern rein zu erhalten? So etwa könnte eine mehr ad hominem denn ad rem gerichtete Begründung der letzten Form des Rationalismus operiren, der ich mich nun noch zuzuwenden habe.

Im Gegensatz zu allem metaphysischen Rationalismus ist diese neue Form nur methodologisch. Sie teilt natürlich mit dem idealistisch metaphysischen Rationalismus die Gegnerschaft gegen die Abspiegelungstheorie, gibt aber zugleich auch den Anspruch auf, in der Selbstbewegung des Denkens die wahre Wirklichkeit unmittelbar zu besitzen. Durch diese allgemeinen Bestimmungen ist der methodologische Rationalismus mehr negativ begrenzt, seine positive Kennzeichnung ist eine Aufgabe anderer Art, als die Charakteristik der vorher geschilderten Formen. Denn er liegt nicht, wie diese, schon in Gestalt eines großen, durchgebildeten Systems vor, sondern tritt meist als bloße Voraussetzung auf, die kaum deutlich zum Bewusstsein erhoben wird. Es erscheint seltsam, dass man in der Gegenwart wieder einer halb unbewussten Form des Rationalismus größere Beachtung schenken muss — aber die Verwunderung darüber vermindert sich, wenn man wahrnimmt, dass nicht nur der Rationalismus als Ganzes erst »an sich« ist, ehe er »für sich« wird, sondern dass jede seiner Hauptformen wenigstens theilweise einen ähnlichen Entwicklungsgang von neuem durchlebt, wenn auch die anfängliche Unbewusstheit keine totale mehr ist. Da sich der methodologische Rationalismus meist erst im Stadium der Latenz oder doch nur der allmählichen Emporarbeitung zum Bewusstsein befindet, wird es vortheilhaft sein, hier von der Berücksichtigung einzelner Philosophen und Werke ganz abzusehen. Man kann stets schwer bestimmen, wie weit die betreffenden Autoren die Consequenz, die sich in Richtung dieser Ansicht aus einzelnen ihrer Ausführungen ziehen lässt, wirklich anerkennen würden[1]).

---

1) Auch von der Erörterung der sehr schwierigen Frage, inwieweit Kant methodologischer Rationalist, inwieweit er Utraquist war, soll hier abgesehen werden. Ansätze zu beiden Richtungen finden sich unzweifelhaft bei ihm.

Da der methodologische Rationalismus keine fertige rationale Welt annimmt, so muss ihm das Erkennen zum Erzeugen einer Rationalität werden. Diese Rationalisirung setzt ein Irrationales als Anfangsglied voraus. Da nun zugegeben werden muss, dass die Rationalisirung verschiedenen Wissenschafteu in verschiedenem Maße gelungen ist, so kann der methodologische Rationalismus einen gewissen vorläufigen Antheil des Irrationalen anerkennen, d. h. er kann laxer Rationalismus sein, ohne inconsequent zu werden. Von jeder Form des Utraquismus unterscheidet er sich dabei doch dadurch, dass der Werth jeder Wissenschaft durch ihre Rationalität gemessen wird. Im letzten Sinne bleibt also das Irrationale immer nur Aufgabe, wird nie als Endgiltiges anerkannt. Die rationalistische Wissenschaft, die so als Grundlage des methodologischen Rationalismus erscheint, orientirt sich den Hauptformen des neueren metaphysischen Rationalismus entsprechend entweder an der Mechanik oder an der praktisch gesetzgebenden Vernunft oder an beiden zugleich. Diese zwei Arten oder Zweige gilt es noch etwas näher zu betrachten.

Die mathematische Physik rationalisirt die Körperwelt durch Ausscheidung alles Qualitativen. Nur quantitative Bestimmungen, durch Gesetze verbunden, die selbst in Form von Gleichungen auftreten, bleiben übrig. So wird ein Ansatz denkbar, der eine Berechnung aller vergangenen und zukünftigen Welt-Zustände erlaubt. Wenn man nun den Anspruch aufgibt, dass diese Welt des Quantitativen das wahrhaft Wirkliche ausdrücke, so kann man sie doch als das eigentliche Ziel aller Erkenntnissarbeit ansehen. Die Constanten, mit denen, als mit Daten, jede solche Construction arbeiten muss, werden als etwas Vorläufiges oder Untergeordnetes betrachtet. Die Causalgleichungen geben dem alten Hauptsatz alles nicht dialektischen Rationalismus, dem Satze der Identität, seine Würde zurück. Darum hängt auch die Frage, ob Causalität sich auf Identität zurückführen lasse, sehr eng mit dem Streit um den methodologischen Rationalismus zusammen. Als Hauptanzeichen für das Vorhandensein dieser Richtung, auch wo ihr Grundsatz nicht ausgesprochen ist, kann man das Argumentiren mit der sogenannten Laplace'schen Weltformel ansehen. Aber es wäre doch auch näherer Erwägung werth, ob nicht der Wunsch, Biologie auf Physik und Chemie, Chemie auf Physik,

Physik auf Mechanik zurückzuführen, im Grunde aus dieser Art von Rationalismus hervorgeht. Ganze Gruppen naturphilosophischer Streitigkeiten, die um die Schlagworte der Energetik und des Neo-Vitalismus geführt werden, könnten vielleicht hier ihren tiefsten erkenntnisstheoretischen Ausdruck erhalten. Es braucht kaum gesagt zu werden, dass durch die Bezeichnung einer Behauptung als methodologisch-rationalistisch diese weder bewiesen noch widerlegt ist, sondern nur der Weg gewiesen ist, auf dem der Streit um sie zur Entscheidung gebracht werden kann[1]).

Neben dieser naturwissenschaftlichen Gedankenrichtung zeigt sich im methodologischen Rationalismus eine werthende. Sie kennzeichnet sich durch das Bemühen, die nicht logischen Werthe, die ethischen, ästhetischen und religiösen rein rationalistisch, aus der Gesetzgebung der Vernunft abzuleiten. Wenn man den Ausdruck »reine praktische Vernunft« — gleichviel ob im Sinne seines Urhebers — prägnant gebraucht, so kann er als Kennwort dieser Gedankenrichtung dienen. Gesetzgebung durch reine Vernunft — das ist nach dieser Ansicht der wahre Inhalt alles praktisch-menschlichen Handelns. Da für diesen Rationalismus Erkenntnissmittel und Erkenntnissinhalt beim Werthen wiederum zusammenfallen, so muss er einen werthenden Intellectualismus erzeugen. Das Irrationale in unserm Handeln und Fühlen ist ihm nur Material, Ausgangspunkt, höchstens Vorbereitung — es muss in jedem Falle überwunden werden. Die Discussion dieser Grundfrage auf ethischem u. s. w. Gebiete ist über Gebühr durch andere Probleme zurückgedrängt worden. Aber wer den logischen Kern ergreifen kann und nicht einmal nach dieser Richtung hin aufmerksam geworden ist, der hört Verwandtschaft oder Feindschaft zu diesem methodologischen Rationalismus oftmals als Grundton aus den verworrenen theoretischen und selbst praktischen Streitigkeiten dieser Gebiete heraus. Als ein Kriterium, das auf methodologischen Rationalismus hinweist, kann man überall die besondere Werthschätzung des begrifflich Allgemeinen bezeichnen. Der Allgemeinbegriff ist den

---

1) Eine interessante Anwendung hat dieser naturwissenschaftlich orientirte methodologische Rationalismus durch Münsterberg auf die Begründung der Psychologie gefunden. Vgl. meinen Aufsatz: »Der psychische Zusammenhang bei Münsterberg«. Vierteljahrschr. f. wissensch. Phil. u. Sociol., XXVI, 1.

empirischen Exemplaren gegenüber unzweifelhaft ein von der Vernunft erzeugtes Gebilde. Vielfach wird aber — in meist unbewusstem Anschluss an Plato — diese formale Rationalität des Begriffes zu einer inhaltlichen umgedeutet, obwohl doch der Inhalt fast aller Begriffe irrationale Elemente enthält. Diese Verschiebung des Rationalen, dieser Schein, als sei der Begriff als solcher etwas Rationales, wird durch eine Doppeldeutigkeit der Terminologie verstärkt, die besonders bei Kant hervortritt. »Begriff« wird hier einerseits in der gewöhnlichen allgemeinen Bedeutung, andererseits aber auch prägnant für die den Begriff erzeugende Vernunftfunction, die Kategorie, gebraucht. In den berühmten Formeln »Anschauungen ohne Begriffe sind blind, Begriffe ohne Anschauungen leer« steht »Begriff« z. B. durchaus in diesem prägnanten Sinne. So meint man denn im »Begriff« sogleich ein vollendet Rationales zu erfassen. Gerade wo diese Gedanken nicht klar analysirt werden, spielen sie bei der Wirkung des Allgemeinen mit. In der Aesthetik entsteht so eine besondere Schätzung der Darstellung des Typisch-Durchschnittlichen — wobei sich freilich ein Nebenbegriff des idealen Typus fast stets einmischt. Frei von der Doppeldeutigkeit des Wortes »Begriff« bleibt der Versuch, das Aesthetische von den Principien der Formung der Anschauungen her (Einheit, Klarheit, Deutlichkeit u. s. w.) rational zu fassen. Auf ethischem Gebiete ist es die Absicht des methodologischen Rationalismus, den Inhalt der sittlichen Gebote aus dem Formalprincip der praktischen Vernunft herzuleiten. Charakteristisch ist es, wie er sich dabei zu den von der Geschichte gegebenen sittlichen Gestalten stellt. Man kann das besonders gut an dem Beispiel der Nation darlegen. Es sind hier zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder die Rationalität wird als Zufälligkeit sittlich entwerthet — höchstens als unvollkommene, zu überwindende Vorstufe anerkannt, oder man sucht eine bestimmte Nation dadurch zu retten, dass man ihr einen in abstracten Begriffen fassbaren Sonderwerth beilegt. Man braucht dabei nicht etwa so weit zu gehen, dass man nur eine Nation als »die« sittlich berechtigte anerkennt, sondern man kann einige sich abstract ergänzende Unterschiede abzuleiten suchen.

Man könnte in Versuchung kommen, das Problem des methodologischen Rationalismus in Antinomien zu formuliren. Auf natur-

wissenschaftlichem Gebiete z. B. stünde dann der Thesis: »Alle Naturwissenschaft ist fortschreitende Rationalisirung, ihr Ziel ist Auflösung aller bloßen Thatsächlichkeit in Rationalität« die Antithesis gegenüber: »In allen Sätzen der Naturwissenschaft liegt ein irrationaler Factor, dessen genaue Feststellung wesentliche Aufgabe der Wissenschaft ist und der nie auf Rationalität zurückgeführt werden kann.« Indessen ist leicht zu sehen, dass mit einer solchen Gegenüberstellung noch nicht viel gewonnen wäre. Zunächst liegen nämlich hier noch zwei Fragen vor, die ineinander verstrickt sind: Muss in jeder Erkenntniss ein Irrationales liegen? und: Hat das Irrationale Erkenntnisswerth? Mit der Bejahung der ersten Frage wäre noch ein methodologischer Rationalismus vereinbar — nur müsste er zugestehen, dass sein Ziel unerreichbar ist. Erst die Bejahung der zweiten Frage schließt jeden Rationalismus aus. Ferner wird sich die Antwort verschieden gestalten, je nachdem, ob man Naturwissenschaft ihrer Methode nach für die allein vorbildliche Wissenschaft hält oder nicht, und ob man im zweiten Falle alles Irrationale der Beimengung einer andern Art wissenschaftlicher Zielsetzung zuschieben zu können meint, oder ob man auch die nicht naturwissenschaftliche Erkenntniss etwa ethisch-teleologisch rationalisiren zu können glaubt. Hier sieht sich die Discussion dann sogleich ins Einzelne und Weite getrieben. Andererseits bemerkt man, wie der naturwissenschaftliche Zwang des Rationalismus Stellung zu nehmen hat zu einer allgemein-wissenschaftlichen Erweiterung seiner Thesis, und wie diese Erweiterung sogleich auf den werthenden Rationalismus hinführt. Hier scheint also umgekehrt eine noch allgemeinere Fragestellung gefordert zu werden, welche die beiden bisher behandelten Fälle des methodologischen Rationalismus zu bloßen Beispielen herabwürdigt. Die stolze, thätige Selbständigkeit der Vernunft, die allein Werth zu haben und zu verleihen scheint, und die Unmöglichkeit, aus bloßer Vernunft irgend etwas Inhaltvolles abzuleiten, stehen einander gegenüber — so könnte man etwas populär und gefühlsmäßig sagen. Es kann die Aufgabe dieser phänomenologischen Untersuchung nicht sein, einen strengeren Ausdruck des Gegensatzes an die Stelle dieser unbestimmten Fassung zu setzen. Noch weniger ist es hier möglich, die Auswege, Spielarten und Mischformen der entgegenstehenden Ansichten zu überblicken. Es sollte nur gezeigt werden, dass der Rationalismus keine todte Größe ist, dass

vielmehr ein neuer Streit um eine neue Erscheinungsform desselben nothwendig bevorsteht, ja im einzelnen überall begonnen hat. Der Ertrag dieses Kampfes für den Fortschritt der Wissenschaft wird aber zum großen Theile davon abhängen, ob die Gegensätze klar und rein sich ausprägen können. Wenn dazu hier einige Anregung geboten würde, so hätte diese kleine Studie ihren wesentlichsten Zweck erreicht.

Die sprachwissenschaftliche Definition der Begriffe „Satz“ und „Syntax“.

Von

Ottmar Dittrich.

Leipzig.

In dem Meinungsaustausch[1]), der sich kürzlich an das syntaktische Capitel von Wundt's »Völkerpsychologie« (II, S. 215ff.) angeschlossen hat, werden zwei Satzdefinitionen einander gegenübergestellt, die scheinbar keine Vermittelung vertragen: Wundt erklärt in der »Völkerpsychologie« (II, S. 240) und beharrt darauf in »Sprachgeschichte und Sprachpsychologie« (S. 68ff.), der Satz sei »der sprachliche Ausdruck für die willkürliche Gliederung einer Gesammtvorstellung in ihre in logische Beziehungen zu einander gesetzten Bestandtheile«; Delbrück vertritt seine im »Grundriss der vergleichenden Grammatik der indogermanischen Sprachen« III, S. 75 aufgestellte Definition (»ein Satz ist eine in articulirter Rede erfolgende Aeußerung, welche dem Sprechenden und Hörenden als ein zusammenhängendes und abgeschlossenes Ganzes erscheint«) auch in den »Grundfragen« S. 136ff. und macht nur insofern eine gewisse Concession, als er, an der Einbeziehung der sogenannten eingliedrigen Sätze in den Satzbegriff festhaltend, am Ende (S. 145, im Anschluss an Wechssler, »Gibt es Lautgesetze?« S. 17) vorschlägt: »Aeußerung als den oberen Begriff aufzustellen und den Satz als eine Aeußerung zu definiren, die aus mindestens zwei Gliedern besteht.« Nimmt man diese Concession an, so hat man allerdings eine reinliche formale Scheidung: hier Ein-

1) Vgl. B. Delbrück, Grundfragen der Sprachforschung, mit Rücksicht auf W. Wundt's Sprachpsychologie erörtert, Straßburg 1901; W. Wundt, Sprachgeschichte und Sprachpsychologie, mit Rücksicht auf B. Delbrück's Grundfragen der Sprachforschung, Leipzig 1901.

gliedrigkeit des Ausdrucks, also Aeußerung κατ' ἐξ., dort Zwei- oder Mehrgliedrigkeit des Ausdrucks, also Satz. Aber diese Scheidung liefert, so praktisch sie an sich wäre, mit ihrer zu geringen Rücksichtnahme auf die Bedeutungsseite der sprachlichen Erscheinungen, d. h. gerade diejenige Seite dieser Erscheinungen, welche wir als für das syntaktische Problem vorzüglich wichtig zu erkennen Gelegenheit haben werden, doch keine auch sprachpsychologisch befriedigende Lösung dieses Problems, und ist denn auch von Wundt nur sehr cum grano salis angenommen worden.

Wie man sieht, dreht sich also die Meinungsverschiedenheit wiederum hauptsächlich um die »eingliedrigen«, insbesondere auch um die »einwortigen« Sätze, und ich will daher auch diese, vor allem die »einwortigen«, in den Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchung stellen; die übrigen, damit im Zusammenhang stehenden Punkte, als da sind die Frage der willkürlichen oder unwillkürlichen Gliederung, der logischen oder nichtlogischen Beziehungen der Satzglieder, der attributiven und prädicativen Sätze (um nur die bis jetzt zwischen Wundt und Delbrück zur Sprache gekommenen syntaktischen Fragen kurz zu berühren), werden dabei wenigstens gestreift werden können, so dass sich am Schlusse wohl ein ziemlich vollständiges Bild des hier Einschlägigen ergeben dürfte. Ich gehe gleich in medias res.

I. Die Bedeutungssyntax.

Syntax ist hier im Sinne eines nomen actionis zu verstehen, also gleichbedeutend etwa mit *Syntaxirung* zu einem Verbum *syntaxiren*. Die Thätigkeit, welche dieses Verbum ausdrücken soll, ist von seiten des Sprechenden die Conception der Bedeutung, welche das von ihm hervorgebrachte Lautgebilde, die Lautung, zu einem sprachlichen Satze macht, von seiten des Hörenden die Conception dessen, was er für die Bedeutung dieser Lautung hält. Man könnte also meinen, es sei der Satzcharakter eines sprachlichen Gebildes stets nur vom Sprechenden aus zu bestimmen; dem ist jedoch nicht immer so, und auch sonst befinden sich der Sprechende und der Hörende unter so wesentlich verschiedenen psychologischen Bedingungen, dass eine Scheidung der bedeutungssyntaktischen Probleme nach der Bedeutungssyntax des Sprechenden bezw. des Hörenden dringend geboten erscheint.

A. Bedeutungssyntax des Sprechenden.

In einen allgemeineren Zusammenhang gestellt, haben wir es hier mit einem der von mir sogenannten ontogenetischen Probleme der Sprachwissenschaft, speciell der Sprachpsychologie zu thun, d. h. mit einem jener Probleme, die sich an sprachliche Leistungen knüpfen, bei deren Vollzug der Vollzieher als momentan von der Sprechthätigkeit seiner Umgebung unabhängig gedacht werden kann: während ich einen Satz ausspreche, und um so mehr während ich ihn in »innerer Sprache« concipire, braucht mir dazu, wie ich ihn ausspreche, bezw. wie ich ihn in »innerer Sprache« concipire, Niemand sprachlich nachzuhelfen. Es hängt also wesentlich nur von der psychophysischen Gegenwart und Vergangenheit des eben Sprechenden ab, wie der Satz ausfällt, und dadurch eben wird das Problem zu einem ontogenetischen.

Die Bedeutung des Satzes, um diese vorerst nur ganz allgemein zu definiren, umfasst stets nur einen Theil der gegenwärtigen psychophysischen Thätigkeit des Sprechenden, und zwar denjenigen Theil, welchen er (abgesehen von der gleich zu nennenden Lautung) in eine, bezüglich ihrer Eigenart noch näher zu bestimmende Endapperception einbezieht; die Lautung, d. h. in diesem Falle das als Ausdrucksmittel eventuell (vgl. S. 118, Z. 5 ff.) bereits während der Bedeutungssyntaxirung reproductiv (als Theil der »innern Sprache«) »anklingende« Lautgebilde kann nämlich ebenfalls zum Gegenstande eines oder mehrerer gesonderter Apperceptionsakte werden (wie ja auch der Sprechende beim thatsächlichen Sprechen »auf seinen Ausdruck achten« kann), muss es aber nicht, indem sie auch entweder 1. ganz oder zum Theil gleichzeitig mit der Bedeutung, oder auch 2. gar nicht appercipirt werden kann; ersteres ist sogar die Regel und wird besonders deutlich beim Ausdruck abstracter Begriffe, die nur durch Wortvorstellungen im Bewusstsein repräsentirt sind, letzteres ist wohl stets der Fall, wenn man unmittelbar nach dem Sprechen nicht mehr genau weiß, wie man sich ausgedrückt hat, und nur im allgemeinen noch den Thatbestand gegenwärtig hat, der Substrat der Rede gewesen war. — Wenn wir, die eben gegebene Definition der Satzbedeutung im Auge behaltend, den psychologischen Bestand dessen überblicken, was überhaupt als Bedeutung irgendwelcher Lautung fungiren kann (und dies ist nichts weniger als jeder

beliebige actuelle apperceptive psychophysische Process[1]), so erhebt sich sofort die Frage, ob denn jede von diesen Bedeutungen auch ohne weiteres als Satzbedeutung fungiren könne. Die Frage ist in der Form, wie sie hier gestellt wird, d. h. mit besonderer Beziehung auf die moderne, insbesondere die Wundt'sche Experimentalpsychologie, bisher nur von Wundt selbst gestellt und mit Recht negativ beantwortet worden: ein *au!*, das ein Schmerzgefühl und nur dieses ausdrückt, hat vom Sprechenden aus keine syntaktische Bedeutung; auch ein *o!*, das nur Verwunderung ausdrückt, hat keine Satzbedeutung, und damit scheint jene allumfassende Definition des Satzes, nach der er »die Urform sprachlichen Ausdruckes ist, die sich von der einfachen Interjection *o* bis zum vielumfassenden Satzgebilde eines Philosophen ausdehnen kann« (Wunderlich, Der deutsche Satzbau, 1892, S. 2), definitiv beseitigt; Wundt lässt die Interjection, und auch dies nur unter gewissen Bedingungen (vgl. Völkerpsych. II, S. 233f., 224f.), bloß als Satzäquivalent gelten und dehnt diese Betrachtungsweise auf alle »einwortigen Sätze« aus; *ja*, *nein*, *Feuer!*, etc., seien keine Sätze, sondern Satzäquivalente: »wenn auf die Frage *Willst du es thun?* die Antwort *ja* und die andre *ich will es thun* praktisch gleichwerthig sind, so sind sie es doch keineswegs psychologisch. Bei dem vollständigen Antwortsatz treten der Vorsatz zur Handlung und ihre wirkliche Ausführung deutlicher und in einer gewissen Succession in den inneren Blickpunkt. Bei dem einfachen *ja* bleiben alle diese Elemente in einer Gesammtvorstellung vereinigt, die eben in diesem *ja* auch einen einheitlichen, ungegliederten Ausdruck findet.« (Völkerpsych. II, S. 242). Ich halte die Constatirung, dass es zur Begründung des syntaktischen, d. h. Satz-Charakters einer Bedeutung einer merklichen Succession bei der Auffassung von Theilen eines complexen Thatbestandes bedürfe, für so außerordentlich klärend und förderlich, dass ich nicht umhin konnte, auch die »einwortigen Sätze« daraufhin zu prüfen, ob sich nicht vielleicht auch bei ihnen eine solche

1) Also jede Empfindung, jede (sinnliche, Erinnerungs- bezw. phantastische oder begriffliche) Vorstellung, jedes (sinnliche, ästhetische, logische, moralische u. s. w.) Gefühl, jeder (ebensolche) Affect, jede Willenshandlung (Trieb-, Willkür-, Wahlhandlung), äußere wie innere, besonders aber letztere in Form der apperceptiven Beziehung und Vergleichung, der phantastischen und der logischen (Urtheils-) Analyse und Synthese.

Constatirung machen ließe, und ich bin so zu den Resultaten gelangt, die ich im Folgenden vorlege. Ich nehme dabei natürlich auch beständig Rücksicht auf Delbrück's Stellungnahme zu diesen Sprachgebilden.

Es sind auf ihren Satzbedeutungscharakter zu prüfen: Antworten und Fragen, die nur in »einem Wort« bestehen, und ebensolche Impersonalia, Imperative, Vocative, Interjectionen, Ausrufe und Grußformeln. **A) 1.** Antworten, vorzüglich (ich entnehme die Beispiele soweit als möglich aus dem Deutschen) *ja* und *nein*. Was Delbrück (Grundfragen S. 141 f.) dazu beigebracht hat, ist mehr sprachhistorischer als sprachpsychologischer Natur: dass *ja* ursprünglich eine Partikel mit versicherndem Sinne war, die neben dem Verbum stand (z. B. mhd. *jâ tuon ichz durch dîn êre* d. h. *fürwahr, ich thue es um deiner Ehre willen*), ist für den Sprachgebrauch der jetzt lebenden Generation irrelevant: der nicht germanistisch gebildete Sprechende hat, wenn er sein *ja* sagt, von diesen Verhältnissen ebensowenig eine Ahnung, als er *nein* auf seine etymologische Bedeutung *nicht eins* (als Antwort auf Fragen wie etwa *sind die Räder fertig?*) zurückzuführen vermag; und nähme der germanistisch Gebildete beim Sprechen eine solche Zurückführung vor, so würde er sich damit eine dem allgemeinen Sprachgebrauch nicht mehr gerecht werdende Beschränkung der Anwendungssphäre von *ja*, besonders aber von *nein* auferlegen, denn er könnte schon auf die Frage *ist er's?* nicht mit *nein* antworten, ohne sich des Sonderbaren seiner Antwort bewusst zu werden. Man darf also wohl allgemein behaupten, *ja* und *nein* würden beim Sprechen heutzutage nicht etymologisirt, und sie stehen in dieser Beziehung den Interjectionen wie *ei!*, *au!* und den Vocativen wie *Karl!* gleich, für die Delbrück (Grundfragen S. 144 f.) sogar »ursprüngliche Eingliedrigkeit« zugibt. Und wäre dem auch nicht allgemein so, so ist doch in bei weitem den meisten Fällen, meine ich, der von mir behauptete Thatbestand außer Zweifel, und wir werden dazu gedrängt, uns damit abzufinden, was übrigens, beiläufig bemerkt, auch nöthig wäre, wenn wir es nur mit einer geringen, aber überhaupt nachweisbaren Zahl solcher Fälle zu thun hätten. Wie wir uns damit abzufinden haben, wird von Delbrück (Grundfragen S. 142) zwar sprachpsychologisch angedeutet (» . . . kann man sagen, dass *ja* ein verdichteter Satz ist, der aber . . . seinen Inhalt einem vorhergehenden Satze entnimmt«), aber diese Andeutung bedarf doch der ausdrücklichen Ergänzung,

dass damit nicht gemeint sein soll, die Bedeutung von *ja* sei identisch mit der des vorhergehenden Satzes. Das ist sie nämlich ganz gewiss nicht. Das Verhältniss der beiden Bedeutungen ist vielmehr psychologisch so zu fassen, dass, wenn nicht noch in andrer Hinsicht, doch mindestens in der Hinsicht eine Abweichung stattfindet, dass in der Bedeutung der Antwort der Zweifel eliminirt ist, der in der Bedeutung jeder Frage (nicht bloß der von Wundt, Völkerpsych. II, S. 255 als Zweifelsfrage κατ' ἐξ. bezeichneten, die Antwort vom Typus *ja* oder *nein* fordernden Frage) einen integrirenden Bestandtheil bildet. Um den psychischen Thatbestand zu ermitteln, welchen wir dem Antwortenden, der zugleich der *ja*-Sprechende ist, für den Moment, in welchem er mit *ja* oder *nein* auf eine Frage antwortet, vindiciren dürfen, und um zugleich das zu gewinnen, was daraus für die Bedeutung von *ja* und *nein* folgt, beschreiten wir am besten den Weg, dass wir von einem concreten Beispiel ausgehen, und wir wählen dazu das von Wundt (Völkerpsych. II, S. 234 und S. 242) beigebrachte: Frage *willst du dies thun?*, Antwort *ja*. Die Situation ist folgende: Der *ja*-Sprechende ist zunächst Hörender (Angeredeter) im Bezug auf die Frage und syntaxirt als solcher die Frage in der unten noch näher zu besprechenden Weise; ich hebe hier nur hervor, dass der Akt des Verstehens als ein Apperceptions-, d. h. also Willensakt definirt werden muss, in dessen Motiv auch die Lautungsvorstellung eingeht, welche in der Frage zum Ausdruck kommt. Hier endet in unserem Falle (in dem zugleich vorausgesetzt wird, dass die sprachliche Vergangenheit des Angeredeten ihn zu hinreichendem Verständniss der Frage befähige) die sprachliche momentane Abhängigkeit des Angeredeten vom Fragenden, und er leistet fortan bis auf weiteres (d. h. bis er etwa wiederum angeredet wird) seine, die Antwort *ja* vorbereitende und einschließende Arbeit nur auf Grund seiner psychophysischen Vergangenheit, bezw. seines in der verstandenen Frage vorliegenden und sonst sich noch in Form von Vorstellungen und Gemüthsbewegungen einstellenden actuellen psychophysischen Gegenwartsbestandes. Dabei spielt die verstandene Frage, d. h. der Inbegriff der aus der Frage ermittelten Meinung des Fragenden, wiederum die Rolle eines Motivs, das möglicherweise das einzige bleiben, aber auch mit andern, sich aus dem sonstigen Gegenwartsbestande entwickelnden Motiven in Widerstreit treten kann; das Ergebniss ist

entweder 1. triebmäßiges Wollen zufolge des einzigen Motivs, oder 2. willkürliches Wollen zufolge eines siegenden Motivs, beide Male in der positiven Richtung, das in der Frage erwähnte Thun zu wollen. Es wird also hier das in der Meinung des Fragenden enthaltene Gefühl des Zweifels, welches der Angeredete bei seiner Ermittlung dieser Meinung ebenfalls actualisiren musste, entweder gar nicht klar und deutlich (apperceptiv), indem bei dem Angeredeten der Zweifel, was er zu thun habe, »gar nicht aufkommen kann«, oder es wird der Zweifel sofort oder nach längerem Kampf der Motive unterdrückt und willkürlich positiv entschieden. Es fragt sich nun, was von diesem psychischen Thatbestand die Antwort *ja*, die der Angesprochene jetzt geben kann, ausdrücke. Unmittelbar ergibt sich dies aus der bisherigen Darstellung nicht, sondern es muss die Analyse der innern Willenshandlung herangezogen werden, um zu dem gewünschten Resultate zu gelangen. Vollziehe ich diese Analyse im Sinne der Wundt'schen Darstellung der innern Willenshandlungen (z. B. Grundriss der Psych.[4] S. 219ff.), d. h. achte ich auf den Gefühls- und Vorstellungsverlauf, in dem eine solche Handlung besteht, so finde ich bezüglich der Willkürhandlung ohne Schwierigkeit, dass »das Gefühl der positiven Entscheidung oder Entschließung in Beziehung auf das in der Frage erwähnte zu Thuende« der psychische Thatbestand ist, an den sich associativ die Lautungsvorstellung *ja* anschließt; bezüglich der Triebhandlung, wo das Gefühl der Entscheidung oder Entschließung fehlt, finde ich statt dessen »das Gefühl der positiven Bestimmtheit in Beziehung auf das in der Frage erwähnte zu Thuende« vor; in beiden Fällen ist mir das Gefühl ebenso klar und deutlich, wie die Vorstellung des zu Thuenden, und ebenso die Beziehung des Gefühls auf die Vorstellung; ich glaube somit als Bedeutung des *ja* jedesmal die apperceptive Beziehung eines Gefühls auf eine Vorstellung angeben zu dürfen. Dies ist aber eine entschieden syntaktische Bedeutung, und ich habe den Eindruck, als würde auch Wundt, der *ja* bisher nicht als Satz, sondern nur als Satzäquivalent gelten lässt, sich dieser Deutung anschließen können, denn der psychologische Unterschied, den er mit Recht zwischen der Bedeutung von *ja* und der von *ich will es thun* constatirt (Völkerpsych. II, S. 242), wird davon nicht berührt: ich nehme nur auch für den psychischen Thatbestand (Wundt's »Gesammtvorstellung«), welcher die Bedeutung von *ja* aus-

macht, Zweigliederung an und finde die Gliederung der Bedeutung von *ich will es thun* etwas complicirter: es scheint mir, dass man angesichts der Gliederung, welche hier auch die Lautung aufweist, nicht umhin kann, als klar bewusst mindestens 1. die Ichvorstellung (bezw. das Ichgefühl), 2. die Vorstellung des »es-thun-Wollens« mit weiterer Gliederung in den willentlichen Gefühlsverlauf und die Vorstellung des zu Thuenden vorauszusetzen, also eine Gliederung nach dem Schema $\overset{\frown}{A\ B}\ \underset{\frown}{C\ D}$, wobei die Bedeutungsrolle von *es* noch dahingestellt bleiben mag . . Auch die Bedeutungsanalyse der Antwort *ja* auf Fragen wie *ist er oben?* oder *liebst du mich?* ergibt mir kein anderes Resultat: ob das neben dem Gefühl der positiven Entscheidung bezw. Bestimmtheit aus der Gliederung des psychischen Thatbestandes hervorgehende und in Beziehung zu diesem Gefühl gesetzte psychische Etwas die Vorstellung »oben befindliche Person« oder das Gefühl der Liebe sei, ist gleichgültig; integrirend ist für die syntaktische Bedeutung des *ja* nur, dass eine apperceptive Beziehung des Gefühls der positiven Entscheidung etc. auf eine Vorstellung oder eine Gemüthsbewegung stattfinde. Dass die Ersetzung des Gefühls der positiven Entscheidung etc. durch das Gefühl der negativen Entscheidung etc. das ganze bisher Ausgeführte auf die Antwort *nein* anwendbar macht, brauche ich wohl kaum mehr zu bemerken, und ebenso wenig machen die Antworten *freilich*, *doch* Schwierigkeiten, kommen sie doch in Südwestdeutschland schlechthin auch im Sinne von *ja* vor (Paul, Deutsches Wörterbuch S. 149 u. 94); es sind immer, wenn nicht geradezu, wie in *gewiss*, *sicherlich*, dem Gefühl der Bestimmtheit auch directer Wortausdruck verliehen wird, nur Nebengedanken, die z. B. in *natürlich*, dem neuerdings sehr üblich gewordenen *selbstredend* etc. mit zum Ausdruck kommen . . . Etwas, aber nicht wesentlich anders steht es mit »einwortigen« Antworten auf Fragen wie *wer hat es gethan?* Wird auf eine solche Frage z. B. geantwortet *Karl*, so ist dies das Ergebniss eines ganz ähnlichen Processes, wie er oben für die Antwort auf die Zweifelsfrage geschildert wurde, die ich lieber Alternativfrage nennen möchte; denn auch die Ergänzungsfrage[1]) enthält

1) Ich ziehe diesen Ausdruck, dem auch Wundt (Völkerpsych. II. S. 255) seine Anerkennung nicht versagt, aus dem oben angeführten Grunde dem von Wundt selbst (ebenda) gewählten Namen »Thatsachenfrage« vor.

das Moment des Zweifels, nur richtet er sich nicht auf die Position oder Negation des ganzen in der Frage ausgesprochenen Thatbestandes, sondern er ist in der Form vorhanden, dass dieser Thatbestand als zum Theile sicher, zu irgend einem Theile aber zweifelhaft dargestellt wird; Ziel einer solchen Frage ist die Ergänzung des noch theilweise unsicheren Thatbestandes zu einem völlig sicheren, und insofern mag man sie passend (mit Wegener, Grundfragen des Sprachlebens S. 76) als Ergänzungsfrage bezeichnen. Es wird also auch hier der Angeredete vor eine Entscheidung oder Bestimmung gestellt, die er zu geben hat, und der Unterschied ist nur der, dass sie gemäß der anders gestellten Frage materiell anders ausfallen muss: die durch *wer* ausgedrückte zweifelhafte Personenvorstellung wird durch die unzweifelhafte Personenvorstellung »Karl« ersetzt, die Ergänzung des vorher noch theilweise unsicheren Thatbestandes zu einem völlig sicheren so geleistet, und als Bedeutung der Lautung *Karl* haben wir wiederum »das Gefühl der Entscheidung etc. in Beziehung auf die in der Frage offen gelassene Vorstellung«, also wiederum eine entschieden syntaktische Bedeutung. Ich habe bisher, allerdings mich der wie ich glaube legitimen Freiheit bedienend, für »Vorstellung« gelegentlich auch »Gemüthsbewegung« zu setzen, keine Frage dieser Kategorie gefunden, die sich dieser Deutung nicht fügte; man prüfe selbst z. B. [*wie geht es dir?*] *gut* oder [*wo steht er?*] *dort* . . . Auch die einwortige Antwort auf eine, die Merkmale der Alternativ- und Ergänzungsfrage vereinigende und daher vielleicht als Zwitterfrage zu bezeichnende Frage, wie sie in *Berlin* als Antwort auf die Frage *welche Stadt hat mehr Einwohner, Wien oder Berlin?* vorliegt[1]), wird man, glaube ich, jetzt ohne weiteres als einen Satz mit der Bedeutung »Gefühl der Entscheidung etc. in Beziehung auf eine der zur Alternative gestellten Vorstellungen« gelten lassen. Damit scheinen mir die hier zu berücksichtigenden Antworttypen erschöpft und zugleich die für 2. die einwortigen Fragen maßgebenden Gesichtspunkte entwickelt. Sie stehen den eben behandelten Antworten sehr nahe, theilweise auch dadurch, dass mit ihnen das Gespräch nicht eröffnet zu werden pflegt, sondern dass sie dazu bestimmt sind, irgend einen Zweifel an dem eben Gesagten zum Ausdruck zu bringen. Beispiele

1. Vgl. Sütterlin, Die deutsche Sprache der Gegenwart, S. 308.

sind kaum nöthig, ich erwähne nur das *was?* auf eine undeutlich gehörte Rede hin, sowie das isolirte erstaunte *du?*, wenn der Sprechende Jemand trifft, wo er ihn nicht erwartete, und gleichsam seinen Augen nicht traut, ferner *er?* nach der Behauptung *er war's*. Ueberall tritt bei diesen Gebilden deutlich die syntaktische Bedeutung »Gefühl des Zweifels in Beziehung auf eine Vorstellung« hervor, die entweder kategorial in Form eines allgemeinen Fragewortes oder concreter in Form irgend eines anderen Wortes (*Karl?*, *der?*, *gut?*, *blau?*, *siebzehn?*, etc.) ihren besonderen Ausdruck erhält. — **B**) Ueber die Impersonalia wie *pluit*, *tonat*, ὗει, βροντᾷ, *piove* u. s. w. brauche ich gemäß ihrer jetzt wohl allgemein anerkannten Bedeutung, die in einem Urtheil mit unbestimmtem Subject besteht, kein Wort mehr zu verlieren. — **C**) Bezüglich der Imperative *komm!*, *kommt!* finde ich mich in ziemlicher Uebereinstimmung mit Wundt (Völkerpsych. II S. 251)[1]: es handelt sich hier um den Ausdruck einer gewollten Handlung der einen oder der mehreren Personen, an welche die Aufforderung gerichtet ist; der Sprechende kann darin eingeschlossen sein (*allons!*). Gebilde wie *hinaus!*, *hierher!*, *zurück!* betrachtet jedoch Wundt wiederum nicht als Sätze, sondern nur als Satzäquivalente, »indem sie durch Association mit den hinzuzudenkenden Imperativformen die Function von Sätzen übernehmen können«. Ich möchte auch hier mehr Gewicht auf die Gemüthsbewegungsseite der Imperativbedeutung legen, die eine ganz besondere ist: das Wollen, um das es sich hier handelt, ist ein Wunsch, und bedarf einer genaueren Definition. Wundt hat diese selbst in einer auch für unseren nächsten Zweck außerordentlich förderlichen Weise in seinen Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele [3], S. 245 gegeben: »bleibt der subjective Zustand auf eine bloße Lust- oder Unluststimmung beschränkt, die sich mit verschiedenen Graden von Erregung oder Beruhigung verbinden kann, so reden wir von einem eigentlichen Gefühl; tritt dazu noch die in bestimmten Spannungsgefühlen sich kundgebende Richtung auf einen zukünftigen Erfolg, so nennen wir den inneren Vorgang ein Streben oder einen Trieb; werden wir uns außerdem bei diesem Streben irgendwelcher Hemmungen bewusst, die ein unmittelbares Uebergehen desselben in ein Wollen [d. h. dessen letztes

1) Völkerpsych. I, S. 307, lässt sie Wundt freilich noch nicht als Sätze gelten, sondern nur als »Wortformen mit Affectbetonung«.

Stadium, die eigentliche, äußere oder innere Willenshandlung] mit den es begleitenden Erregungs- und Lösungsgefühlen unmöglich machen, so bezeichnen wir das Streben als ein Begehren; reflectiren wir endlich vorzugsweise auf die Vorstellungsinhalte, die sich mit dem Vorgang des Begehrens verbinden, eine Reflexion, der regelmäßig eine erhebliche Abschwächung der Gefühle entspricht, so wird das Begehren zum Wunsche.« Die Hemmung, durch welche der imperativische Wunsch charakterisirt wird, besteht objectiv darin, dass die wirkliche Ausführung des gewünschten Thuns dem Angeredeten zufällt, und dass, selbst wenn dieser dem Befehle folgt, doch das für die Erfüllung des Wollens kennzeichnende Lösungsgefühl des Sprechenden erst wieder von einem Wahrnehmungsact abhängig ist, der sich zwischen den Wunschprocess und den Erfüllungsprocess mit seinem Lösungsgefühl einschiebt; folgt der Angeredete dem Befehle nicht, so bleibt es natürlich überhaupt beim Wunschprocess. Es hieße aber grob intellectualistisch verfahren, wollte man annehmen, der Sprechende würde sich bei seinem Wunsche der eben geschilderten objectiven Verhältnisse bewusst; der psychologische Thatbestand scheint mir vielmehr, soweit ich ihn introspectiv zu beurtheilen im Stande bin, der zu sein, dass der Sprechende die Erfüllung seines Wunsches von dem Angeredeten zwar mit einer gewissen Bestimmtheit erwartet, sich aber zugleich bewusst ist, dass sie von dessen Willen abhängig sei. Je klarer nun die Vorstellung von dem Angeredeten und dessen künftigem (d. h. dem gewünschten) Thun wird, desto klarer wird auch die von dessen etwaigem Widerstande gegen den Befehl, und demgemäß kann sich ruhiges, bloß wunschmäßiges Abwarten des Erfolges einstellen, sei es, dass der Sprechende sich über die sehr geringe Wahrscheinlichkeit eines Widerstandes, oder dass er sich über die eventuelle Nutzlosigkeit des Ankämpfens gegen den Widerstand klar wird. Es kann aber auch durch das Hinzutreten neuer Willensmotive der Sprechende dahin gebracht werden, dass sein Wunsch in ein Begehren übergeht, wobei die Vorstellung des Widerstandes und überhaupt der Vorstellungsantheil des Vorganges zufolge der Heftigkeit der sich nunmehr geltend machenden Gefühle relativ zurücktritt, bezw. sich, was seine apperceptiven Elemente betrifft, auf einen viel engeren Umfang zurückzieht. Es wird dann der Befehl (z. B. *komm!*) in erregterem Tone wiederholt werden, und man wird dann dessen

syntaktische Bedeutung als »die Begehrungsgefühle in Beziehung auf ein Thun des Angeredeten« definiren dürfen. Von vornherein, d. h. ohne vorangehenden Wunsch, oder als höchste Steigerung des Wunsches zu heftigem Begehren, derzufolge die wunschmäßig gewordene Imperativform nicht mehr entspricht, ist nun, meine ich, diese syntaktische Bedeutung bei den Lautungen wie *hinaus!*, *hierher!*, *zurück!* vorhanden, wo sich der appercipirte Vorstellungsinhalt auf die Vorstellung der (gefühlsmäßig begehrten) Bewegungsrichtung zurückzieht, d. h. einengt . . *Allons!* bildet einen Zwitterimperativ, indem hier Abhängigkeit auch vom Willen des Sprechenden besteht. — **D**) Die Vocative (*Karl!* etc.) fasse ich mit Delbrück (Grundfragen S. 144), d. h. in seinem Sinne, als Wunschsätze auf, deren Zweck darin besteht, »durch Nennung des Namens im Rufe die Aufmerksamkeit der Person zu erregen«. Das gewünschte Thun ist also hier eine innere Willenshandlung des Angeredeten, die übrige Sachlage stimmt mit dem Imperativwunsch (z. B. *komm!*) überein, nur entspricht die Lautung direct nicht der Vorstellung von dem gewünschten Thun, sondern der von dem Angeredeten; syntaktische Bedeutung: »gewünschte Aufmerksamkeit des Angeredeten« (vgl. S. 121). Auch hier kann die Nuance des Begehrens actuell werden. — **E**) Interjectionen und Ausrufe lassen sich nicht stricte scheiden; nach Wundt sind sie beide nur Satzäquivalente, Delbrück (Grundfragen S. 145) möchte die Interjectionen nur unter gewissen Bedingungen als sprachliche Ausdrucksmittel gelten lassen: »ich sage *au* nicht bloß, wenn der Schmerz mir gegen meinen Willen einen Laut auspresst, sondern auch wenn ich, z. B. Kindern gegenüber, einen Schmerz ausdrücken will, den ich gar nicht habe.« Mit dieser Abgrenzung des außersprachlichen und sprachlichen Gebrauchs der Interjectionen kann ich mich nicht einverstanden erklären. Soweit ich die gerade auf diesem Gebiete außerordentlich mannigfaltigen Erscheinungen bis jetzt zu überschauen vermag, kann die Bedeutung jeder Interjection vom Sprechenden aus von dreierlei Art sein: es kann die Interjection 1. ein Gefühl ausdrücken, welches in so hochgradiger Klarheit und Deutlichkeit vorhanden ist, dass es alle übrigen gleichzeitigen Bewusstseinsvorgänge, allein apperceptiv herrschend, in den Zustand dunklen und undeutlichen, perceptiven Vorhandenseins zurückdrängt; oder 2. das Gefühl kann apperceptiv zugleich mit einem Vorstellungs-

process so aufgefasst werden, dass beide simultan als herrschende Elemente eines Thatbestandes erscheinen, dessen übrige Elemente sowie die gleichzeitig noch vorhandenen Thatbestände perceptiv bleiben; oder endlich 3. das Gefühl wird vor oder nach einem Vorstellungsprocess aus einem eben vor sich gehenden Thatbestand, in dem sie beide mehr oder weniger dunkel perceptiv enthalten sind, apperceptiv herausgehoben und auf den ebenfalls appercipirten Vorstellungsprocess derart bezogen, dass die beiden so successive appercipirten Vorgänge in einer Endapperception wiederum simultan erscheinen, aber »näher und in qualitativ anderer Weise an einander gebunden als die übrigen Glieder« des gerade gegebenen Gegenwartsbestandes (Wundt, Völkerpsych. II, S. 237). Praktisch werden die beiden letztern Fälle oft nicht zu scheiden sein; theoretisch aber wird man zugeben müssen, dass nur der dritte Fall die Merkmale einer syntaktischen Bedeutung an sich trägt, insofern nur bei ihm die von Wundt a. a. O. so klar entwickelte Forderung erfüllt ist, dass der Analyse eines complexen Thatbestandes die beziehende Synthese der analytisch herausgehobenen Bestandtheile der Satzbedeutung folgen müsse, damit ein Satz entstehe. Gibt man dies zu und lässt die Forderung fallen, dass der Bedeutungsgliederung auch eine Lautungsgliederung in Form der Auslösung mindestens zweier Wortlautungen entsprechen müsse, damit ein Satz vorhanden sei, so wird für die zahlreichen Fälle, wo eine deutliche Succession des Auftretens einer Vorstellung und des Gefühls der Lust oder Unlust u. s. w. sowie die Beziehung der beiden auf einander subjectiv als der Lautung *ei! oh!* u. s. w. unmittelbar vorangehend nachzuweisen ist, dieser Thatbestand als die syntaktische Bedeutung des *ei! oh!* u. s. w. anzuerkennen sein. Auch wo umgekehrt, wie dies ebenfalls sehr oft vorkommt, zuerst das Gefühl apperceptiv wird, hierauf die Vorstellung, und dann erst die beziehende Endapperception erfolgt, habe ich kein Bedenken; und auch die Fälle, wo sich aus dem Thatbestand 2 ein Thatbestand 3 entwickelt, bevor es noch zur Lautung gekommen ist, scheinen mir nicht selten zu sein. Wie hat man sich dagegen mit den reinen Thatbeständen 2 und 1 (der letztere liegt z. B. vor, wenn jemand einen heftigen, unvermutheten Schlag erhält und ohne irgend welche klare Vorstellung dem Schmerzgefühl durch *au!* Ausdruck gibt) abzufinden? Ich gebe natürlich ohne weiteres zu, dass dem Sprechenden in diesen Fällen

die Conception einer syntaktischen Bedeutung nicht zu vindiciren sei, aber ich trage anderseits Bedenken, solche Aeußerungen als außersprachlich anzusehen, und stütze mich dabei einmal darauf, dass wir es in *au!* u. s. w. doch mit einem Gebilde aus Sprachlauten, also mit einer Lautung zu thun haben, sodann aber, und dies ist hier wohl ausschlaggebend, mit einer verständlichen Lautung: die Bedeutung der Lautung kann vom Hörenden zweifellos relativ genau erfasst werden. Und damit scheint mir auch die Brücke geschlagen zur Auffassung solcher Gebilde als sprachlicher sowohl als sogar, was vielleicht noch überraschen dürfte, als syntaktischer Gebilde. Entschlagen wir uns nämlich der Abstraction, als hörte die sprachliche Wirkung des Sprechenden mit der Erzeugung des Lautcomplexes auf, und setzen wir an die Stelle die Thatsache, dass die Lautung als physikalischer Process den psychophysischen Process des Verständnisses beim Hörenden veranlasst, so dürfen wir, meine ich, die Syntaxirung, die wir dem Sprechenden eben aberkennen mussten, dem Hörenden zuerkennen: dem durchs Hören der Lautung zunächst angeregten gefühlsmäßigen Thatbestand, der die Form 1 oder 2 haben mag, folgt eine Form 3, indem Gefühl und Vorstellung apperceptiv auf einander bezogen werden, und dieser Thatbestand ist die syntaktische Bedeutung z. B. des als Reaction auf einen heftigen Schlag hervorgebrachten, dem Schmerzgefühl Ausdruck gebenden *au!* des Sprechenden. Die Vorstellung, auf welche ich hier reflectire, ist die »Vorstellung von dem Sprechenden«, welche der Hörende im Anschluss an das erinnerte Schmerzgefühl gewinnt, und die Syntaxirung »Schmerzgefühl, welches den Sprechenden betrifft« wird auch eventuell vom Sprechenden ausdrücklich anerkannt, indem er etwa auf die Frage *was hast du denn?* antwortet *ach, einen Schlag habe ich bekommen!*, und so in dem *ich* der Antwort das *du* der Frage aufnimmt, das wiederum seiner Bedeutung nach auf die »Vorstellung vom Sprechenden« zurückweist, welche beim Hörenden ein Glied der Satzbedeutung des *au!* bildete. In andern Fällen, z. B. bei *hm! ei! ah! oh!* u. s. w., die mitten im Gespräch auftreten, ist die Beziehung auf das vorher Gesprochene ebenso klar wie bei *pfui! oho! oha! aha!* u. s. w., die auch so auftreten, nur ist hier die Syntaxirung wohl stets schon dem Sprechenden zu vindiciren. Es versteht sich von selbst, dass sich die hier ins Auge gefassten Bedeutungen auf die Fälle einschränken, wo »reine«

Interjectionsbedeutung vorliegt, d. h. wo die ausgedrückte Gemüthsbewegung ein eigentliches Gefühl (vgl. S. 102), kein Wunsch, kein Begehren ist; das Vorhandensein der letztern Regungen bedingt natürlich Versetzung des interjectional lautenden Satzes in die Kategorie des Wunsch-, bezw. Begehrungssatzes. . . . Ganz ebenso verhält es sich mit den Ausrufen, zu denen ich, weil sie schon auch einen unmittelbaren Vorstellungsausdruck enthalten, auch Bildungen wie *pardaux! wuppdi! hui! paff!* rechne, sowie »secundäre Interjectionen«, wie *Gott! Teufel!,* bei denen die Apperception auch der Wortbedeutung mindestens nicht durchaus ausgeschlossen ist, wenn auch in den allermeisten Fällen der Thatbestand von *jemine! oje!* u. s. w. bei ihnen vorliegen wird. Ausrufe, bei denen unter allen Umständen Syntaxirung auch von seiten des Sprechenden kaum von der Hand zu weisen ist, haben wir wieder in den Fällen, wo aus dem knapp vorher Gesagten eine Lautung wie *ich! er!* mit Affectbetonung herausgehoben wird. — **F**) Die Grußformeln, z. B. *Morgen! Mahlzeit! Monsieur!*, auf deren verschiedenartigen historischen Ursprung hier nicht einzugehen ist, glaube ich, wie sie heutzutage gebraucht werden (es wird gewöhnlich gesagt, man denke sich gar nichts dabei), als Sätze ansehen zu müssen, deren Bedeutung »Gefühl der Höflichkeit in Beziehung auf den Gegrüßten« ist; und der Gegrüßte fühlt auch die Höflichkeit, die ihm erwiesen wird, und bezieht sie auf sich, versteht also den Gruß, wie er gemeint ist. Es können aber natürlich auch seitens des Sprechenden die unter E erwähnten Formen 1 und 2 vorhanden sein, worauf das dort Gesagte mit den nöthigen Aenderungen Anwendung findet.

Die Consequenzen aus dem eben Mitgetheilten zu ziehen, bleibt besser dem letzten Abschnitt (S. 119ff.) überlassen; auch was über des Sprechenden Bedeutungssyntax des mehrwortigen Satzes hinzuzufügen ist, wird später mit zu behandeln sein; hier dagegen empfiehlt es sich, die einmal angesponnenen Gedankenfäden über den »einwortigen Satz« möglichst ohne Unterbrechung weiter zu spinnen in einem Abschnitt über

B. Bedeutungssyntax des Hörenden.

Manches davon haben wir ja schon gelegentlich der Antworten (S. 98, Z. 17ff.), der Fragen (S. 101, Z. 8ff.), der Interjectionen, Ausrufe und Grußformeln (S. 106f.) zu berühren gehabt, und es dürfte

auch daraus schon einigermaßen klar geworden sein, dass es an der Berechtigung, die Bedeutungssyntax des Hörenden einer gesonderten Betrachtung zu unterwerfen, durchaus nicht mangelt: sie stimmt mit der des Sprechenden weniger überein, als gemeinhin angenommen wird. Fassen wir alles hier in Betracht kommende ähnlich wie oben S. 95 in eine bequeme Formel, so können wir sagen, die Bedeutungssyntax des Hörenden stelle eben ein phylontogenetisches Problem dar, d. h. eines jener Probleme, welche sich an sprachliche Akte knüpfen, bei deren Vollzug der Vollzieher als momentan von der Sprechthätigkeit seiner Umgebung abhängig zu denken ist. Es fragt sich nun, worin diese Abhängigkeit besteht und wie weit sie geht. Dazu ist es zweckmäßig, uns wieder die concreten Fälle vor Augen zu halten: H werde von S angesprochen, oder befinde sich bereits mit S im Gespräch. Im Falle 1 sind, wenn die Anrede unvermuthet erfolgt, die Bedingungen passiver Apperception, wenn sie erwartetermaßen erfolgt, die Bedingungen activer Apperception gegeben (vergl. Wundt, Grundriss der Psych.[4] S. 260f.), im Falle 2 wohl stets die Bedingungen activer Apperception. Die Frage nach dem Motiv oder den Motiven der Apperception, die sich hier zufolge dem Charakter der Apperception als einer innern Willenshandlung aufdrängt, ist dahin zu beantworten, dass die Lautungswahrnehmung und irgend ein associativ mit ihr auftretendes Gefühl, wo nicht das einzige Motiv, so doch mindestens eines der Motive des sich nun entwickelnden Apperceptionsprocesses liefere. Dieser Process kann je nach der Beschaffenheit der Lautung und der übrigen für die psychophysische Gegenwart des Hörenden maßgebenden Bedingungen sehr verschieden, relativ einfach oder auch sehr complicirt ausfallen, und darnach, je nachdem mehr oder weniger Motive, die nicht in der Lautung und den an sie geknüpften Gefühlen liegen, entscheidende Geltung für den Enderfolg gewinnen, wird sich auch die Abschätzung der momentanen Abhängigkeit richten müssen, in welcher H von S zu denken ist. Für die gegenwärtige Untersuchung aber ist diese Art Fragestellung, die nach dem Grade der Abhängigkeit nämlich, nur insofern von Werth, als sie auch die Frage nach der Minimalabhängigkeit einschließt, bei welcher überhaupt noch eine sprachliche Wirkung von S auf H anzunehmen ist. Wir werden damit wieder zu den »einwortigen Sätzen« zurückgeführt, und es handelt sich nur

noch darum, auch unter diesen noch die engere Wahl bezüglich der Einfachheit der Bedingungen zu treffen. Gehen wir zu diesem Zwecke die S. 97, Z. 4 ff. angeführten und weiterhin ausführlicher besprochenen Typen durch, so zeigt sich sofort, dass weder die dort gegebenen Kategorien »Antwort, Frage etc.« noch auch die Kategorien »active bezw. passive Apperception« an und für sich geeignet sind, um mit ihnen die fragliche Minimalwirkung von S auf H zu charakterisiren. Denn die Unterschiede zwischen Antwort, Frage etc. sowie zwischen activer bezw. passiver Apperception sind nicht quantitativer, sondern nur qualitativer Natur, wenigstens in der Richtung, auf die es uns hier ankommt: die stets »einwortige«, nur dem Sinne »Antwort, Frage etc.« nach verschiedene Antwort etc. wird stets zum Motiv irgend einer, sei es activen oder passiven Apperception. Ein brauchbares Kriterium für die gesuchte Minimalabhängigkeit gewinnen wir dagegen, wenn wir *ja*, *nein*, *Karl* etc. auf die Zahl der semantophonetischen Kategorien hin untersuchen, die als mit ihrer jeweiligen Hervorbringung coincidirend gedacht werden dürfen. Unter semantophonetischen Kategorien verstehe ich im Gegensatz zu phonetischen (wie Modulation[1]), Sprechtaktgruppe, Sprechtakt, Silbe, Laut) und zu semantischen Kategorien (wie Gegenstand, Eigenschaft, Zustand, Beziehung) diejenigen Kategorien, welche sich aus der Beziehung der Lautung als Ganzes oder gewisser Lautungstheile zur Gesammtbedeutung oder partiellen Bedeutung eines sprachlichen Gebildes ableiten lassen, und es kommen von solchen für den vorliegenden Fall folgende in Betracht: Rede, Satz, Modulation[1]), Wort, Stamm (oder Grundtheil), Beziehungstheil (Suffix, Affix, Präfix, Infix) bezw. wie ich für »Stamm« und »Beziehungstheil« (Wundt's »Grundelemente« und »Beziehungselemente«) vorschlagen möchte, »Radical« und »Corradical«. Auf concrete Beispiele angewandt: *1.* Frage *Karls?* als Erwiderung auf *das ist Karls Hut:* Coincidenz sämmtlicher Kategorien: *Karls?* mit Rede und vermöge der Modulation Fragesatz, *Karls* mit Wort, *Karl* mit Radical, *s* mit Corradical, deren beziehungsweise

1) Unter Modulation verstehe ich diejenigen Modificationen in melodischer Anordnung, in Stärke und Tempo sowie Pausierung, in der Klangfarbe durch Einfluss einer dem Lachen und Weinen u. s. w. angenäherten Mimik, welchen die in die Lautung eingehenden Laute ausgesetzt sein können, ohne dass dadurch ihr sonstiger phonetisch-kategorialer Charakter vernichtet würde, trotz denen also z. B. das *m*, *a* in *mama* ein *m*, *a* bleibt.

semantische Kategorien »Gegenstand (Person) in Beziehung [zu einem andern Gegenstand (Hut)]«, »Gegenstand«, »Besitzbeziehung« sind; *2.* Vocativ *Karl!*: Coincidenz von *Karl!* mit Rede und vermöge der Modulation vocativischer Wunschsatz, *Karl* mit Wort; ebenso etwa *zurück!* als Begehrungssatz, *ja* als positiver Bestätigungssatz, wobei aber *ja* als Wort schon die semantische Kategorie »positives Entscheidungs- bezw. Bestimmtheitsgefühl« hätte, wie auch *3.* in dem Satze *ei!* (den Thatbestand 3 von S. 105, Z. 4 ff. vorausgesetzt), dem Wort *ei* die semantische Kategorie »Lustgefühl« zugeschrieben werden müsste, wenn sich herausstellen sollte, dass hier überhaupt noch Coincidenz mit der Kategorie Wort anzunehmen sei; bezüglich *4.* des *au!* mit Thatbestand 1 oder 2 von S. 104, Z. 33 ff. zieht sich die Coincidenz, wie wir gesehen haben, auf seiten des Sprechenden auf die Kategorien Rede und Modulation zurück. Und damit ist ersichtlich das Minimum gegeben, mittelst dessen überhaupt noch eine sprachliche Wirkung auf den Hörenden ausgeübt werden kann. Die Wirkung, die oben dahin bestimmt wurde, dass die Lautungswahrnehmung und irgend ein associativ mit ihr auftretendes Gefühl Motivcharakter für einen Apperceptionsprocess des Hörenden gewinne, kann hier näher dahin präcisirt werden, dass die Lautungswahrnehmung und das zugleich damit reproducirte Schmerzgefühl hervorragend bestimmende Factoren für den sich nun entwickelnden, in einzelnen seiner Theile das Object der Endapperception liefernden Thatbestand werden. Insbesondere das reproducirte Schmerzgefühl, welches seinem Gefühlscharakter nach in engster Beziehung zu früheren, auf Beseitigung eines Schmerzgefühls gerichteten Willenshandlungen des Hörenden steht, ist vorzüglich geeignet, das Sichzurgeltungbringen derjenigen Gefühls- und Vorstellungsresultante anzuregen, die in jedem Momente wachen Selbstbewusstseins als das Ich des Hörenden erscheint[1]). Nur kommt dieses Ich wie immer, so auch in unserm Falle nach Maßgabe auch der hinzutretenden motivirenden Veranlassung zur Geltung. Ist diese Veranlassung eine sprachliche in Form einer durch S hervorgebrachten Lautung, so fallen für H bei der akustischen Wahrnehmung die peripheren[2]) Organempfindungen und -gefühle weg,

1) Vgl. dazu Wundt, Grundriss der Psychologie[4], S. 264 f.

2) D. h. durch actuelle Bewegung der Sprechorgane Kehlkopf, Zunge u. s. w. veranlassten.

welche er beim Hören selbst hervorgebrachter Lautung mindestens perceptiv hat, und auch das reproducirte Schmerzgefühl ist nicht peripher (auf einen actuellen Schlag hin), sondern nur central reproducirt. Es ist darum auch nicht sowohl die Richtung auf eine äußere, triebmäßige, das Schmerzgefühl beseitigende oder doch ermäßigende Willenshandlung, sondern vielmehr auf eine Betheiligung des Ichs des Hörenden durch eine innere Willenshandlung gegeben. Diese, die Endapperception, in welcher ich die syntaktische Bedeutung der Lautung *au!* glaube erblicken zu dürfen, entwickelt sich derart, dass zuerst die Gefühlscomponente des ursprünglichen Motives, also das reproducirte Schmerzgefühl, sodann die inzwischen infolge der eigenthümlichen Beschaffenheit der Lautungswahrnehmung hinzugetretene »Vorstellung vom Sprechenden« appercipirt wird, und endlich die beiden so klar und deutlich gewordenen Glieder des Thatbestandes in der Endapperception aufeinander bezogen werden, wozu ich aber sofort bemerken muss, dass auch schon der zweite Apperceptionsact der, die erwähnte Beziehung einschließende Endapperceptionsakt sein kann . . . Von diesem relativ einfachsten Falle aus lassen sich die Fälle mit mehrfacher Kategoriencoincidenz leicht überblicken, sobald wir dabei noch Folgendes berücksichtigen: Die Vorstellung von dem Sprechenden bildet, mag auch die sonstige Bewusstseinslage des Hörenden noch so abweichend sein, stets einen Theil seines Bewusstseins in dem Momente, wo er das Verständniss der fremden Rede vollzieht; nur ist es durchaus nicht nöthig, dass diese Vorstellung immer auch klar und deutlich (apperceptiv) sei oder gar einen integrirenden apperceptiven Theil des Thatbestandes bilde, welcher als Bedeutung der Rede aufgefasst wird (wie es im Falle *au!* zutraf); es genügt, dass sie perceptiv vorhanden sei, um die eigenthümliche Bewusstseinslage zu schaffen, dass der Hörende bei der Auffassung (dem Verstehen) etwa des Thatbestandes »Lustgefühl in Beziehung auf eine bunte Kugel« als Bedeutung der von einem Kinde (Sprechenden) hervorgebrachten Lautung *ei!* zugleich den Eindruck gewinnt, dies sei der vom Sprechenden gemeinte Thatbestand. Von dieser bei jedem Verständnissakt gleichbleibenden associativen Grundlage hebt sich dann der eben erwähnte oder ein beliebiger anderer Thatbestand derart ab, dass je nach der Beschaffenheit der Rede (also nach deren Motivcharakter) die Vorstellung des Sprechenden, wie gesagt,

entweder zum apperceptiven Glied des Thatbestandes und damit der Redebedeutung wird, oder mehr oder weniger dunkel perceptiv bleibt, wodurch der Thatbestand in verschiedenen Graden apperceptiv, wenn auch niemals associativ, unabhängig von jener Vorstellung wird[1]). Auf diese Weise wird *ei!* z. B. (wenn wir die perceptiv bleibende »Vorstellung von S« in eckige Klammern einschließen) für den Hörenden bedeuten können 1. »Lustgefühl des S«, sobald die Vorstellung davon, worauf sich das Lustgefühl des S bezieht, entweder fehlt oder perceptiv bleibt, 2. »Lustgefühl [des S] über die bunte Kugel«, sobald die Vorstellung von der bunten Kugel apperceptiv wird und die von S perceptiv bleibt. Ich trage Bedenken, in solchen Sätzen schon eine Coincidenz der Kategorie Wort mit den sicher vorhandenen Kategorien Rede und Modulation anzunehmen; es scheint mir, dass man nicht das Recht habe, von dem 3. hier möglichen Fall aus, dass nämlich der Thatbestand »Lustgefühl [des S] über die bunte Kugel« durch *ei lulu!* oder der Thatbestand »Lustgefühl des S« durch *ei mimi!* ausgedrückt werden kann (wo freilich *lulu* »Kugel«, *mimi* »S« bedeutet, und *ei* reiner Gefühlsausdruck geworden ist), dem *ei!* bereits eine Wortbedeutung zuzuschreiben, die in die semantische Kategorie »Lustgefühl« einzureihen wäre, ehe noch die Entwicklung solcher zweigliedriger, überhaupt mehrgliedriger Satzlautungen stattgefunden hat. Denn die Voraussetzungen für den Bewusstseinszustand des Sprechenden und Hörenden auf der Stufe individueller Sprachentwicklung, auf welcher bereits mehrgliedrige Sätze der angegebenen Art gesprochen und verstanden worden sind, stimmen zufolge der dabei stattgehabten Aussonderung von Wortvorstellungen (*ei, lulu, mimi* mit den ihnen entsprechenden Bedeutungen »Lustgefühl«, »Kugel«, »S«, d. h. für S die Ichvorstellung, für H die »Vorstellung von S«) nicht mehr mit dem auf der Stufe des ausschließlich »einwortigen« Satzes Vorauszusetzenden überein: hier wird man nicht umhin können, dem *ei!* die Kategorie Wort abzuerkennen. Einen einwortigen Satz *ei!* würde ich erst auf jener höheren Entwicklungsstufe gelten lassen. Die gleiche Betrachtungsweise, die ja auch ein Festhalten an dem

1) Dass die oben geschilderte Bewusstseinslage thatsächlich vorhanden ist, zeigt sich am besten bei »Meinungsverschiedenheiten«: man glaubt dann immer direct die Vorstellungen, Urtheile u. s. w. des »Andern« abzuweisen, der also sichtlich hier ein Factor der momentanen Bewusstseinslage des jeweilig Hörenden ist.

ursprünglichen Satz-, nicht Wortcharakter der sprachlichen Aeußerungen bedeutet, würde ich auch auf die Typen *ja*, *zurück!*, *Karl!* anwenden: auch hier kann meines Erachtens Coincidenz der Wortkategorie erst von der Zeit an behauptet werden, wo bereits Gelegenheit geboten war, *ja* etc. aus größeren Complexen wie *ja*, *Mama* als Lautungstheil mit Wortbedeutung apperceptiv herauszuheben. Unterstützt wird diese Heraushebung jedenfalls dadurch, dass auch im mehrwortigen Satz dieses Typus das *ja* das dominirende Glied des Thatbestandes repräsentirt, dem gegenüber *Mama* mit seiner Bedeutung, wenn auch das zweite apperceptive Glied bildend, doch relativ etwas zurücktritt, da *ja* mit seinem starken Gefühlswerth (der nun zu seiner Wortbedeutung wird) die intensivste Aufmerksamkeit beansprucht (vgl. über die dominirenden Glieder Wundt, Völkerpsych. II, S. 259 ff., bes. S. 262 a. E.); ebenso mutatis mutandis *zurück!*, *Karl!* Bezüglich *Karls?* liegen die S. 109, Z. 29 ff. behaupteten Coincidenzen unter Berücksichtigung des eben Gesagten auf der Hand, solche Sätze gehören ja schon einer hohen Entwicklungsstufe des Denkens sowohl als der Sprache an, deren mannigfache Voraussetzungen in Gestalt bedeutend complicirterer Satzgebilde wir an dieser Stelle nicht zu untersuchen haben.

In dieser gedrängten Uebersicht dessen, was mir als das Wesentliche an dem Verhalten des Hörenden gegenüber der gehörten »einwortigen« Rede erscheint, sind, soweit ich sehen kann, auch die leitenden Gesichtspunkte für die Beurtheilung des Verhaltens eingeschlossen, welches der Hörende gegenüber den erst im mehrwortigen Satz auftretenden semantophonetischen Mitteln der Wortstellung (in Perioden auch der Satzstellung) und der Pausen zeigt; nur auf einen Punkt wäre hier noch aufmerksam zu machen: darauf nämlich, dass bei »einwortigen« Sätzen mindestens des Typus *au!*, *ei!*, überhaupt im Falle passiver Apperception, die Syntaxirung von Seiten des Hörenden ebenso in der Regel theilweise zeitlich nach der Lautungswahrnehmung anzusetzen sein wird, wie es im Gegentheil bei mehrwortigen Sätzen nicht allzu complicirter Structur die Regel sein wird, dass die Syntaxirung während der Lautungswahrnehmung erfolgt und zugleich mit ihrem Ende abgeschlossen ist. Doch kann eine Verwerthung dieser Beobachtung für unsere Zwecke erst im Rahmen der weiteren Abschnitte dieser Untersuchung stattfinden, und zwar ist zunächst noch Einiges zu sagen über

II. Die Lautungssyntax.

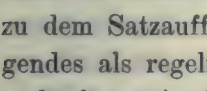
Soll an dem bis hierher im Anschluss an Wundt zu Grunde gelegten Syntaxbegriff (apperceptive Analyse eines Thatbestandes und Synthese der so successive gewonnenen Glieder in einer Endapperception) festgehalten werden, — und ich halte dies für unumgänglich —, so kann die Antwort auf die Frage, ob auch die Lautung ebenso wie die Bedeutung eines Satzes Gegenstand eines solchen apperceptiven Processes sein müsse, nur verneinend ausfallen, und zwar nicht nur was die »einwortigen Sätze« betrifft. Die apperceptive Thätigkeit des **Hörenden** nämlich — um diese vorauszunehmen — ist bei der Lautungswahrnehmung, sofern die Lautung, wie sie der Sprechende hervorbringt, in *au!*, *ei!*, *komm!*, *zurück!*, *Karl?* u. s. w. besteht, keine andere, als sie Wundt (Völkerpsych. I, S. 535) bezüglich der Apperception eines einzelnen Wortes constatirt: Wir haben hier einen, für die unmittelbare Beobachtung auch unter experimentellen, das Abschweifen der Aufmerksamkeit ausschließenden Bedingungen untheilbar bleibenden Apperceptionsact, der, ohne den Charakter einer Endapperception an sich zu tragen, die Lautung, aber auch einen Theil der Satzbedeutung zum Gegenstande hat, und zwar normaler Weise so, dass die Bedeutungscomponente den gegenüber der Lautungscomponente herrschenden, d. h. am klarsten und deutlichsten bewussten Inhalt des Apperceptionsgegenstandes bildet. Damit ist aber zugleich die Lautungswahrnehmung abgeschlossen und etwas Syntaktisches an ihr nicht zu entdecken. Anders ist es mit der associativen, als apperceptionsvorbereitender Factor zugleich vorhandenen Wirkung der Lautungscomponente. Diese Wirkung ist nicht zugleich mit der Lautungswahrnehmung abgeschlossen: sie reicht weiter, d. h. es wird dadurch, dass diese Wahrnehmung Motivcharakter besitzt, die Aufmerksamkeit des Hörenden auf einen weiteren Theil des durch die Lautungswirkung mitbestimmten Thatbestandes gelenkt, worauf dieser Theil appercipirt und mit dem zuerst appercipirten Bedeutungstheil syntaxirt wird. Am deutlichsten, wegen der Intensität des dabei auftretenden Gefühles, ist dieser Sachverhalt wiederum bei *au!* zu constatiren: hier fällt die apperceptive centrale Reproduction des Schmerzgefühls mit der Lautungsapperception in einen Act zusammen, wirkt aber zugleich als motivirende Triebfeder

für die gleich darauf erfolgende Apperception der »Vorstellung von dem Sprechenden«, die nun zugleich Endapperception mit dem Bedeutungsinhalt »Schmerzgefühl des Sprechenden« sein oder eine solche Endapperception erst zur Folge haben kann . . . Schwieriger ist die Beurtheilung von Fällen, wo eine Lautung wie *ərhataßpū́χ* (orthogr. *er hat das Buch*) dem Hörenden dargeboten wird, oder eine wie *gipmirdaß | būχēr!* (orthogr. *gib mir das Buch her!*), oder endlich eine wie *di faindliχən | raitər | kāmən | gɐßtərn | wīdər |* (Orthogr. *die feindlichen Reiter kamen gestern wieder*)[1]. Viele dürften geneigt sein, diese drei typischen Fälle mit Rücksicht auf die orthographische Transcription psychologisch als »mehrwortige Sätze« einander gleichzustellen. Berücksichtigt man aber die oben durch | angedeutete Eintheilung der Lautung in Sprechtacte, so wird man sagen müssen, es deckten sich allerdings die Grenzen von Worten und Sprechtacten oft thatsächlich, aber es komme ebenso oft, ja öfter vor, dass einzelne Sätze durchaus nicht einfachen syntaktischen Baues nur einen Sprechtact haben, dass innerhalb der Satzlautung mehrere »Worte« in einen Tact zusammengefasst werden, ja dass sogar in Lautungen wie *wosintigə | faəənən?* (orthogr. *wo sind die Gefangenen?*) einzelne »Worte« auf verschiedene Tacte vertheilt werden, ohne dass die Sprache dadurch an Deutlichkeit das Geringste einbüßt. »Auch das begrifflich selbständige *di* steht phonetisch nicht anders da als die Mittelsilbe *li* des gedachten Wortes [*feindlichen*]; in *gipmirdaß | būχēr* wird der begrifflich zum folgenden *būχ* gehörige Artikel *daß* rhythmisch von diesem getrennt und zum Vorhergehenden gezogen, etc.« (Sievers S. 216). Wir brauchen also gar nicht die, wenigstens für mich, noch nicht außer allem Zweifel stehenden Verhältnisse der »agglutinirenden« und der Indianersprachen (vergl. Wundt, Völkerpsych. I, S. 560) heranzuziehen, um einzusehen, dass die Satzlautung wohl nur in den seltensten Fällen eine Succession von lauter phonetisch deutlich gegeneinander abgegrenzten Wortlautungen ist. Damit wird aber auch die Existenz der apperceptiven directen Heraushebung von Wortlautungen aus der Satzlautung, insofern diese Heraushebung dem Hörenden zufiele, für sehr viele Fälle illusorisch, und wir stehen wiederum vor der Frage, wie denn die Lautungswahrnehmung in solchen Fällen

1) Vgl. auch für einen Theil der unmittelbar folgenden Ausführungen Sievers, Grundzüge der Phonetik[4], S. 215 ff.

beschaffen sei und welche weitere Wirkung ihr zugeschrieben werden müsse. Der letztere Theil der Frage ist einfacher zu beantworten als der erstere: die Lautungswahrnehmung ist als eine wesentlich associativ, also für die Bedeutungsapperceptionen nur vorbereitend wirkende Componente des Verständnissprocesses anzusehen: sie ist es, welche bestimmend auf das Zustandekommen des Thatbestandes wirkt, aus welchem, zugleich infolge der Motivwirkung der mit ihr verbundenen Gefühlscomponente, apperceptiv die syntaktische Bedeutung herausgehoben wird, zu der sie dann als Lautung correspondirt. Es können nun natürlich auch im Anschluss an die Apperception der Bedeutungsglieder Wortlautungsapperceptionen stattfinden, wodurch außer der Correspondenz zwischen der Satzbedeutung und der Satzlautung als Ganzes auch Theilentsprechungen semantophonetischer Natur, d. h. solche zwischen Wortbedeutungen und Wortlautungen im Bewusstsein des Hörenden klar und deutlich werden; aber solche Apperceptionen sind nicht direct durch die Lautungswahrnehmung, sondern erst indirect durch die gelegentlich der Bedeutungstheilapperceptionen nebenbei eintretenden Associationen der Bedeutungstheile mit früheren analogen Bedeutungstheilen und deren, dort aber deutlicher abgegrenzt gewesenen phonetischen Entsprechungen hervorgerufen: so können dann von dem ursprünglichen Fall aus, dass Wortscheidungen durch das Uebereinstimmen semantischer und phonetischer Gruppen innerhalb gewisser Sätze (z. B. Bedeutung »Reiter« mit Sprechtact *raitər*), ganz abgesehen von anderen Motiven (vgl. Wundt, Völkerpsych. I, S. 563 ff.), begünstigt werden, nun auch zuerst nur rein oder ganz vorwiegend phonetisch in Sprechtacten oder auch nur in éinem Sprechtact dem Hörenden dargebotene Lautungen indirect vom Hörenden im Anschluss an die Bedeutungsauffassung in Worte, also in Vertreter einer semantophonetischen Kategorie gegliedert werden, wodurch in das *ərhataßpů́χ*: *ēr hat daß bů́χ* »hineingehört« wird; aber es bedarf dazu der Mitwirkung anderer Motive, unter denen der Wunsch, sich die nicht aufs erstemal ganz deutlich gewordene Lautung oder einzelne Theile der Bedeutung klarer und deutlicher zu machen, das häufigste und wichtigste sein dürfte; die Regel ist aber ein solcher nachträglicher Verdeutlichungsprocess mit Wortapperceptionen durchaus nicht, und ich kann mir auf Grund des eben Gesagten sehr wohl vorstellen, dass es Sprachen gebe, denen

die scharfe Scheidung der semantophonetischen Gebilde »Satz« und »Wort« mangelt. Wollen wir also auf dem Boden des in einem solchen Falle psychologisch constatirbaren Minimums der Verständnissbedingungen bleiben, so können wir nur sagen, es müsse durch die fortschreitende Wahrnehmung des Sprechtactes *ərhataßpúχ* ein associativer Thatbestand verursacht werden, in dem außer der hier perceptiv bleibenden »Vorstellung von dem Sprechenden« folgende, diese jedoch vom Hörenden apperceptiv-syntaktisch zur Satzbedeutung erhobene Componenten semantischer Natur vorhanden sein müssen: die Vorstellung einer männlichen Person, die des »Habens« und die eines bestimmten Buches, die alle in dem von einem Gefühl der Bestimmtheit begleiteten, binär gegliederten Urtheil von der Form



(wo *S*: Subject, *P*: Prädicat, *V*: Verbum, *O*: Object, *A*: Attribut, *R*: Regens) aufeinander bezogen werden müssen. Was dabei das zeitliche und sonstige Verhältniss der Lautungswahrnehmung zu dem Satzauffassungsprocess betrifft, in den sie eingeht, wird Folgendes als regelmäßig anzunehmen sein: Die Lautungswahrnehmung verläuft so simultan mit den Bedeutungsapperceptionen, dass sie im oder knapp vor dem Moment der Endapperception endet, wenn nicht etwa (wie es beim Hören sehr geläufiger Sätze der Fall sein kann) die Endapperception der Satzbedeutung zeitlich noch vor das Ende der Lautungswahrnehmung fällt; vorherrschende, d. h. von allen augenblicklichen Bewusstseinscomponenten am klarsten und deutlichsten vorhandene Componenten sind immer die Satzbedeutungsglieder, wenn auch in und zwischen die Acte, in denen diese appercipirt werden, als relativ herrschende Componenten die eventuellen phonetischen und semantophonetischen Glieder der Lautungswahrnehmung apperceptiv hineinfallen; auch in der Endapperception ist die vorherrschende Componente die Satzbedeutung, neben der die Satzlautungswahrnehmung nur als relativ herrschend zur Geltung kommt; ihrem allgemeinen Charakter nach gibt sich diese Lautungswahrnehmung als eine (falls eintactig) arhythmische oder (falls mehrtactig) rhythmische längere zeitliche Wahrnehmung und enthält so als Elemente immer auch Erwartungsgefühle, die erst mit der Endapper-

ception definitiv in das mit dieser verbundene Lösungsgefühl übergehen, ein wichtiger Umstand, auf den noch (S. 123) zurückzukommen sein wird. — Die Lautungssyntax des **Sprechenden** unterliegt zum Theil der gleichen Beurtheilung wie die des Hörenden: auch hier kommt man schon bezüglich derjenigen Fälle, wo ein »Anklingen« der Lautung als Theil der »inneren Sprache« vor der Erzeugung des akustisch auch dem Hörenden wahrnehmbaren Lautgebildes anzusetzen ist, zu negativen Resultaten in dem nämlichen Umfange, wie wir sie eben für die Lautungssyntax des Hörenden erhalten haben: auch hier ist es nicht eine conditio sine qua non, dass semantophonetische Glieder der »inneren« Lautung deutlich geschieden »anklingen«, was aus den S. 115 gegebenen Beispielen unmittelbar einleuchten dürfte. Vollends aber und durchgängig ist natürlich die Existenz einer Lautungssyntax des Sprechenden in Abrede zu stellen für alle die am Anfange der Sprachgeschichte stehenden, als Ueberreste aber (besonders irreducible, »primäre« Interjectionen[1]) oder als secundäre Entwicklungen immer wieder auftretenden Fälle, wo zwischen der Bedeutungsconception und der »äußeren« Lautungsproduction, d. h. der Erzeugung des akustisch auch dem Hörenden wahrnehmbaren Lautgebildes keine »innere« Lautung, kein »Anklingen« der künftigen äußeren Lautung vorhanden ist, was ebensowohl bei *au!* mit Thatbestand 1 (S. 104 Z. 33 ff.) als bei der Grußformel *Morgen!* als auch bei anderen sehr geläufig gewordenen »mechanisirten«, besser gesagt »automatisirten« Aeußerungen der Fall sein kann. Der naheliegende Einwand, dass dann sprachliche »Motoriker« überhaupt keine Lautungssyntax haben könnten, was doch nicht zuzugeben sei, erledigt sich dahin, dass die für die Existenz einer Lautungssyntax des Sprechenden vorausgesetzte innere Lautung in einer Vorstellungscomplication besteht, deren Constitution nur für den Motoriker etwas anderes ist als für den Akustiker: während für diesen das auszusprechende Lautgebilde thatsächlich so »anklingt«, dass dessen akustische Elemente zugleich die herrschenden sind und die motorischen (Bewegungs-)Empfindungen dunkel perceptiv bleiben, werden für den Motoriker im Gegentheil die motorischen Elemente herrschend und die akustischen verbleiben im Dunkel der Perception: es ist aber

1) Vgl. Wundt, Völkerpsychologie I, S. 302 ff.

klar, dass es dann ebenso wohl semantophonetische motorische Glieder der Satzlautung geben kann wie semantophonetische akustische Glieder; nur sind auch sie nicht in jeder Satzlautung nothwendiger Weise vorhanden. Dass die erst im Laufe besonderer Culturentwicklung hinzutretenden optischen und graphischen (Schriftbild- und Schreibebewegungs-)Componenten ebenso zu beurtheilen sind, bedarf keines weiteren Wortes.

III. Die Syntax überhaupt.

Gemäß der bis hierher festgehaltenen und auch fernerhin festzuhaltenden Auffassung, dass die Syntax des Sprechenden sowohl als des Hörenden, die der Bedeutung sowohl als die der Lautung ein actueller Process sei, kann die Syntax überhaupt oder, was dasselbe ist, die Syntax als grammatische Disciplin, nur als die Lehre vom Satzbau definirt werden (wobei wiederum Werth darauf gelegt wird, dass *Bau* als nomen actionis gefasst werde) oder um einen entsprechenden Terminus zu *Lautbildung* und *Wortbildung* zu haben, als die Lehre von der *Satzbildung*.

Was daraus für die Abgrenzung der Syntax gegen die übrigen Theile der Grammatik folgt, kann erst entwickelt werden, nachdem die bei dieser Syntaxdefinition vorausgesetzte Satzdefinition aufgestellt ist. Auch diese muss sich direct auf das in den Abschnitten I und II Mitgetheilte, insbesondere aber auf folgende, daraus zu gewinnende Leitsätze gründen:

1. Es ist nicht möglich, eine Satzdefinition ausschließlich auf Grund dessen aufzustellen, was die Analyse der sprachlichen Leistungen des Sprechenden ergibt: man würde dadurch veranlasst, die Interjectionen mit Thatbestand 1 (S. 104 Z. 33 ff.) aus der Sprache hinauszuverweisen, was mir angesichts der S. 106 Z. 2 ff. für ihren Werth als sprachliche Erscheinungen geltend gemachten Gründe nicht angängig scheint. Dass sie Ueberlebnisse eines vorsprachlichen Zustandes darstellen, der so in die Sprache hineinreicht (vgl. Wundt, Völkerpsych. I, S. 302 f.), entbindet uns, glaube ich, nicht der Nothwendigkeit, sprachliche Kategorien auf sie anzuwenden, sobald wir sie einmal als sprachlich gewordene, d. h. mit verständlicher Bedeutung versehene Lautungen anerkennen. Welche Kategorien sollen

dies aber sein? Phonetische genügen nicht, semantische auch nicht, denn beide sind an und für sich außersprachlich und werden zu sprachlichen nur durch Abstraction von den semantophonetischen Kategorien. Aber welche von diesen letzteren? Es stehen zur Verfügung: Rede, Satz, Modulation, Wort, Radical, Corradical (vgl. S. 109, Z. 25 ff.). Davon fallen Radical und Corradical von vornherein außer Betracht; die Anwendung der Kategorie »Wort« führt uns zum Widerspruch mit der Thatsache, dass der Satz das Primäre in der Sprache sei, also mit einer Thatsache, die auch sprachpsychologisch (vgl. Wundt, Völkerpsych. I, S. 560 f.) so gut gestützt ist, dass sie wohl als unumstößlich gelten darf. Bleiben somit nur noch Satz, Modulation und Rede. Dass die Kategorie »Satz« hier anwendbar sei, ist strittig, werde also ans Ende dieser Argumentation geschoben. Wir müssten demnach mit den Kategorien »Rede« und »Modulation« auskommen, denn ohne eine Coincidenz je eines Vertreters dieser beiden Kategorien ist überhaupt keine concrete sprachliche Erscheinung mehr denkbar. Was stellen wir uns nun aber unter einer Rede vor, die nicht zugleich geeignet wäre, bei einem Hörenden die Bildung eines Complexes von Sätzen oder eines einzelnen Satzes anzuregen? Ich gestehe offen, dass ich mir darunter nichts Rechtes vorstellen kann: ich halte die Möglichkeit, von einem Hörenden verstanden zu werden, für ein integrirendes Merkmal des Begriffes »Rede«, und kann mir ein Verstehen wiederum nicht anders denken, als indem dabei mindestens zwei Inhalte auf einander bezogen werden. Wenn nun diese zwei Inhalte nicht die Lautungswahrnehmung einerseits und ein Gefühl anderseits sein können — denn damit kämen wir wieder auf das Wort als das Prius vor dem Satz —, so bleibt nichts als der S. 106 geschilderte, wenigstens für mich introspectiv außer Zweifel stehende Sachverhalt, wonach der Sprechende an sich keinen Satz liefert, der Hörende aber mittels der vom Sprechenden gelieferten Lautung einen Satz bildet. Freilich sind es nicht zwei Vorstellungen, die in solchem Falle aus dem durch die Lautung associativ veranlassten Thatbestand successive apperceptiv herausgehoben und in einer Endapperception auf einander bezogen werden, sondern ein Gefühl und eine Vorstellung, und die Beziehung selbst ist keine prädicative, sondern eine attributive, die nothdürftig in der sonst für den Ausdruck attributiver Beziehungen in der Sprache üblichen

Form »Schmerzgefühl des Sprechenden« umschrieben werden kann, ohne dass jedoch das *au!* für den Hörenden erst dadurch zum Satze würde, dass er in »innerer Sprache« die Lautung *Schmerzgefühl des Sprechenden* vollzöge und zugleich deren Bedeutung syntaxirte; es sind vielmehr durchgehends Bedeutungscomponenten (»Schmerzgefühl« und »Vorstellung von dem Sprechenden«), die im unmittelbaren Anschluss an die Lautungswahrnehmung *au!* syntaxirt werden, ohne dass sich eine innere Lautung der obigen Form oder gar der prädicativen Form *der Sprechende hat Schmerz* dazwischen schöbe. In der Abweisung des Verfahrens, Gebilde wie *au! ei!* als dadurch zu Sätzen werdend darzustellen, dass man dem Hörenden imputirt, er vollzöge eine innere Lautung, die auch sonst als (»mehrwortiger«) Satz anerkannt wird, stimme ich demnach völlig mit Wundt (Völkerpsych. II, S. 229) überein; nur glaube ich die Inhalte, die apperceptiv herausgehoben und in der Endapperception auf einander bezogen werden können, nicht auf Vorstellungen einschränken, sondern auch den Gefühlen eine gelegentliche solche Rolle zugestehen zu sollen, woraus ich die Freiheit entnehme, *au!* u. s. w. in der obigen Weise als Sätze vom Hörenden aus zu deuten. Ich möchte darum auch in einer Satzdefinition den Ausdruck *logische Beziehungen*, den man sich allzu sehr gewöhnt hat auf Vorstellungs-, bezw. Begriffsbeziehungen anzuwenden, zu gunsten des allgemeineren *apperceptive Beziehungen* oder, wenn man will, *beziehende Gliederung* tilgen, ebenso wie ich bereits in dieser Abhandlung Wundt's *Gesammtvorstellung* durch *Thatbestand* meinte ersetzen zu müssen, um damit zum Ausdruck zu bringen, dass dieser die Grundlage der Satzbedeutung bildende psychische Process auch Gefühle als vorherrschende Bestandtheile enthalten kann, wie dies ja auch von Wundt durch die Statuirung von »Gefühlssätzen« (Völkerpsych. II, S. 250 f.) anerkannt wird.

2. Nach dem S. 115 ff. Ausgeführten wird eine allgemeine Satzdefinition, d. h. eine, die auf jede sprachliche Entwicklungsstufe passen soll, über die Lautung nichts allzu Specielles enthalten dürfen; insbesondere wird die Definition des Satzes als einer geschlossenen Wortgruppe (Sütterlin, Die deutsche Sprache der Gegenwart S. 306) abzuweisen sein, weil damit eine durchaus nicht immer vorhandene Gliederung der Satzlautung in semantophonetische Wortlautungen vorausgesetzt wird, ganz abgesehen von den Unzukömmlichkeiten, die

sich daraus für die Unterbringung der »einwortigen« Sätze im System der Syntax ergeben, und gegen die auch dadurch keine Remedur geschaffen wird, wenn man decretirt »je nach der Zahl der geäußerten Vorstellungen unterscheidet man eingliedrige, zweigliedrige und mehrgliedrige Sätze«, den eingliedrigen Sätzen dann auch (weil sie »éine einheitliche Vorstellungsmasse wiedergeben« sollen) Sätze wie *nicht ankleben!*, *Ihr Schirm!*, *eine Tasse Kaffee!* beizählt und, um *au!*, *ei!*, *Vater!*, *ja!*, *nein!* etc. unterbringen zu können, die eingliedrigen Sätze nun auf einmal als »durch éin Wort oder éine einheitliche Wortgruppe« gebildet sein lässt (Sütterlin S. 317; vgl. auch dort S. 12, wo der Satz als eine ganz eigenartige Gattung der Wortverbindung definirt wird). — Nur das Merkmal des »modulatorisch Abgeschlossenen« wird, glaube ich, nicht fehlen dürfen, denn daran hängt die Möglichkeit, die Satzlautung von der Wortlautung zu scheiden, wo es auf eine solche Scheidung ankommt. Es ist in dieser Beziehung ganz das maßgebend, was Sievers (Phonetik[4], S. 216) dazu beibringt: »Wort- und Tacttrennung dürfen zwar zusammenfallen, aber in wohlgegliederter Rede, und namentlich im Verse, darf dies nicht allzuhäufig geschehen. Denn die Häufung von begrifflicher und rhythmischer Trennung (Wort- und Tacttrennung [semantophonetischer und phonetischer Trennung nach meiner Terminologie]) an derselben Stelle des Satzes prägt die Trennungseinschnitte zu scharf aus und lässt somit die einzelnen Theile des Satzes zu sehr auseinanderfallen. Bei Kreuzung von Wort- und Tacttrennung wird dagegen der begriffliche Bruch zwischen Wort und Wort durch die rhythmische Bindung und der rhythmische Bruch innerhalb des Wortes durch die begriffliche Zusammengehörigkeit der getrennten Stücke gemildert und dadurch ein vollkommenerer Wohllaut erzielt«; und weiter S. 212: »Durch bloße Aneinanderreihung von Wörtern in der Form, wie jedes isolirt ausgesprochen werden würde, entsteht noch kein verständlicher, eindeutiger [cum grano salis!] Satz mit bestimmtem Inhalt. Diesen empfängt die Wortreihe erst dadurch, dass die »Wörter« in einer für jeden einzelnen Satz ganz bestimmten Weise zusammengefügt, d. h. durch ganz bestimmte Abstufung nach Expiration, Stärke, Tonhöhe, Stimmqualität, Dauer u. s. w. zu einer phonetischen Einheit zusammengeschlossen werden.« Es ist also die Modulation, durch welche, abgesehen von ihrer semantophonetischen Function als Aussage-,

Frage-, Befehls- etc. -Ton, der Eindruck der Abgeschlossenheit hervorgebracht wird, welchen jede Satzlautung auf den Hörenden macht, und das eben Gesagte kann ohne weiteres auf wortlose Sätze, seien sie eintactig oder mehrtactig, übertragen werden. An der Allgemeingültigkeit dieser Behauptung darf nicht irre machen, dass die Tactgliederung in Sprachen mit wesentlich musikalischem Accent zurücktritt; dass deswegen die rhythmischen Eigenschaften der Rede fehlten, ist für keine Sprache zuzugeben, und die Elemente der Modulation, durch welche die Geschlossenheit des phonetischen Eindrucks erzielt wird, sind somit auch dort, nur in verschiedener apperceptiver Geltung, vorhanden. Was es unter diesen Umständen mit den aposiopetischen und elliptischen, »unvollständigen« Sätzen auf sich hat, kann erst unter 3 behandelt werden; hier sei nur kurz noch auf S. 117, Z. 30 ff. zurückverwiesen, wo der Grund für den Abgeschlossenheitseindruck angegeben ist.

3. Nach alledem werden die ausschlaggebenden specielleren Bestimmungsstücke des Begriffes »Satz« von der Bedeutungsseite zu holen sein, und es kommt nur noch darauf an, auch hier die einzuhaltende Grenze zu ziehen, damit die Definition weder zu eng noch zu weit ausfalle. Das Hauptmerkmal, dass eine apperceptive (beziehende) Gliederung eines Bedeutungsthatbestandes vorhanden sein müsse, damit eine Satzbedeutung da sei, ist meines Erachtens unbestreitbar und wird auch wohl unbestritten bleiben; nur scheint es mir für sich allein die Satzbedeutung nicht charakterisiren zu können. Zwar die nicht bloß terminologische Schwierigkeit, dass unter Beibehaltung des Terminus *Gesammtvorstellung* anstatt *Thatbestand* eine Abgrenzung der Satzbedeutung gegen eine etwa in sie eingehende, bei ihrer Bildung mitgebildete Compositumsbedeutung schwer vorzunehmen wäre[1]), lässt sich leicht beseitigen, indem man den Terminus *Thatbestand* für den Satz annimmt und in der Definition des Compositums (vgl. Anm. 1) *Thatbestandstheil* an Stelle von *Gesammt-*

1) Vgl. dazu meine Ausführungen über die Composita in Zeitschr. f. roman. Philol. XXII, S. 313: »Die Composition ist weder eine analytische, noch eine synthetische, sondern eine analytisch-synthetische Function. Ein Compositum entsteht dadurch, dass aus einer gegebenen Gesammtvorstellung mehrere (in der Regel zwei) Elemente appercipirt und die sich auf diese Weise successive ergebenden Wortvorstellungen agglutinirt werden, so dass das Resultat eine der gegebenen Gesammtvorstellung entsprechende Gesammt-Wortvorstellung ist.«

vorstellung setzt; aber die Grenze nach oben, d. h. nach der aus mehreren Sätzen bestehenden Rede zu, ist dann wieder nicht festzuhalten, denn ein und derselbe Thatbestand kann successive zur Auslösung mehrerer Sätze führen. Ich sehe hier doch keinen andern Ausweg als durch Einführung des Merkmals der relativen Abgeschlossenheit auch der apperceptiven (beziehenden) Gliederung des Bedeutungsthatbestandes, eine Abgeschlossenheit, die nicht unbedingt stricte simultan mit der Lautungsabgeschlossenheit einzutreten braucht. Ferner und endlich halte ich es in anbetracht der Constatirung, dass gewisse Lautungen erst vom Hörenden zu Satzlautungen gestaltet werden, für unumgänglich, auch den phylontogenetischen Charakter solcher Sätze derart in der Satzdefinition zum Ausdruck zu bringen, dass die Abhängigkeit und doch wieder relative Freiheit des Hörenden gegenüber dem Sprechenden bei der Satzbildung betont wird, und zwar scheint mir eine in dieser Beziehung alles Wichtige treffende Fassung die zu sein, dass man sagt, der Hörende werde vom Sprechenden zu dem Versuche veranlasst, eine Thatbestandsgliederung vorzunehmen, die vom Sprechenden als richtig anerkannt zu werden vermag; es sind dann auch die Fälle des Missverständnisses und des aposiopetischen und elliptischen, unvollständigen Satzes vorgesehen. Ob es nothwendig ist, die apperceptive Gliederung als eine speciell willkürliche (im Sinne der Wundtschen »Willkürhandlung«) zu charakterisiren, darüber möchte ich mich jetzt noch nicht definitiv aussprechen, bin aber geneigt, in Rücksicht auf die triebartige Apperception von Satzbedeutungen wie die zu *au!* gehörige dieses speciellere Merkmal zu Gunsten des in »apperceptiv« implicirten »willentlich« preiszugeben.

Auf Grund alles dessen glaube ich die folgende **Satzdefinition** zur sprachwissenschaftlichen, speciell sprachpsychologischen Discussion stellen zu sollen: ein Satz ist eine modulatorisch abgeschlossene Lautung, wodurch der Hörende veranlasst wird, eine vom Sprechenden als richtig anerkennbare relativ abgeschlossene apperceptive (beziehende) Gliederung eines Bedeutungsthatbestandes zu versuchen, und halte es hier nur noch für angemessen, zum Schlusse wenigstens die principiell wichtigsten Andeutungen darüber zu geben, wie ich mir die **Abgrenzung der Syntax** bei Annahme dieser Satzdefinition denke. Es handelt sich hier, wie immer bei solchen Abgrenzungen, kurz gesagt um die

Beantwortung der Frage, was denn nothwendigerweise zum Zustandekommen des fraglichen, also hier des syntaktischen Gebildes beitrage; denn ein Schritt hinter dies Nothwendige zurück, und wir gerathen in weitere Zusammenhänge, deren specielle Betrachtung ein anderes System fordert, und die darum als andere Theile zunächst der Grammatik, sodann der Sprachwissenschaft überhaupt behandelt werden müssen. In dem Zusammenhange, mit dem wir es hier zu thun haben, kann es nun gar keinen Zweifel erleiden, dass es zur Bildung eines Satzes, so weit er als typische Erscheinung ins Auge gefasst wird, also Gegenstand systematischer Behandlung in einer Syntax ist, durchaus keiner Neubildung von Worten bedarf, sondern dass jede der für eine Sprache typischen Satzformen auch ohne erst bei der Satzbildung neuzubildende Worte zu stande kommen kann: die Wortbildung fällt also jedenfalls nicht ins Gebiet der Syntax. Auch die Lautbildung nicht, da es nicht einmal nöthig ist, dass bei Neubildung von Worten Laute neugebildet würden. Lautlehre (als die Lehre von der Bildung und Umgestaltung der in einer Sprache üblichen Laute) und Wortbildungslehre werden also nach wie vor besondere, nichtsyntaktische Theile der Grammatik zu bilden haben. Anders steht es (ubi casus) mit dem, was man Wortform und Formwort nennt, und infolge dessen auch mit dem, was bisher entweder als Formenlehre auch die Wortbildungslehre in sich fasste, oder neuerdings (von J. Ries, Sütterlin) als Theil einer der Lautlehre und »Wortgruppenlehre« (Syntax) gegenüberstehenden »Wortlehre« dargestellt worden ist. Ich vermag aber die von J. Ries (Was ist Syntax? S. 93ff.) zur Vertheidigung einer solchen Grammatikeintheilung vorgebrachten Gründe keineswegs anzuerkennen, weil es unrichtig ist, dass die von Ries als asyntaktisch bezeichneten Flexionsformen[1]) nicht

1) Ries, S. 96: »Es ist nicht richtig, dass die Flexionsformen nur zum Ausdruck der Beziehungen der Worte untereinander dienen. Dies gilt wohl von einem Theil der Flexionsformen, aber nicht von allen; und wo es gilt, da gilt es oft nicht von allen ihren Bedeutungen und Gebrauchsweisen, sondern nur von einem Theile derselben. Die Bedeutung der Flexionsformen ist im Gegentheil mehrfacher Art. Sie dienen sowohl zum Ausdruck von Beziehungen der Worte unter einander (z. B. die meisten Casusformen in den häufigsten Arten ihres Gebrauchs), als zur Angabe einer weiteren Bestimmung, die zur eigentlichen Wortbedeutung hinzutritt (z. B. Genus und Numerus der Nomina, die Mehrzahl der Tempusbedeutungen), als auch zur Bezeichnung einer Modification der Wortbedeutung (z. B.

auch syntaktische Folgen nach sich zögen: der Comparativ und Superlativ fordern Casusformen, Vergleichungspartikeln, präpositionale Wendungen (was Ries S. 101 selbst bemerkt), Genus- und Numerusformen haben Congruenzen zur Folge, wie auch die Tempusformen eine consecutio temporum bedingen können, wenn schon überhaupt solches Nachsichziehen von Veränderungen der übrigen Satztheile eine conditio sine qua non für den syntaktischen Charakter einer Wortform sein soll, was ich ebenfalls nicht anzuerkennen vermag: mir scheint sie syntaktisch zu sein, sobald sie nur überhaupt da ist, denn sie geht dann mit ihrer Bedeutung als Theil in die Satzbedeutung ein; eine ganz andere Frage ist es natürlich, ob sie in andern Hinsichten (z. B. was die Lautform oder Bedeutungsform ihrer Umgebung betrifft) noch weitere Wirkungen ausübt. Auch in der Ausschließung des Locativs, sei es auch nur für Fälle wie *Romae natus est*, wo »man nicht wird bestreiten können, dass [darin] die Casusform *Romae* nicht syntaktischer ist als *in Africa*, *ibi* oder *hodie*« (Ries S. 98), wird man Ries wohl nicht beistimmen können, denn es hieße dies nichts weniger als alle »Umstände des Orts und der Zeit« aus der Syntax streichen; ich halte es für viel richtiger, den Begriff des Adverbials zu erweitern und ihm die Corradicalveränderungen, welche das Verbum zum Tempusausdruck besitzt, zu subsumiren, wofür man sogar historische Gründe in der bekannten Entstehung der griechischen Augmenttempora (das Augment war idg. **e*, ein Temporaladverb) finden kann. Irgendwelche

---

die Steigerungsformen). Die irrige Ansicht, die ohne weiteres allen Flexionsformen und allen ihren Bedeutungen ein syntaktisches Interesse zuschreibt, eine Ansicht, die heute noch die unbedingt herrschende ist, hat zu einer Verschleierung und Verwischung der wesentlichen Verschiedenartigkeit der Flexionsbedeutungen geführt, die meist unbeachtet bleibt und oft völlig verkannt wird. Da man gewohnt ist, alle Flexionen und alle ihre Bedeutungen in den einen syntaktischen Topf zu werfen — man kann in der That die landläufige Syntax als ein grammatisches Potpourri bezeichnen — hat man die Unterscheidung der syntaktischen Bedeutung der Flexionsformen von ihrer realen, materiellen, lexicalischen, oder wie man sie nennen will, fast ganz vernachlässigt.« Ich kann, wie oben weiter ausgeführt ist, diese Unterscheidung nicht für so »wichtig und fruchtbar« halten wie Ries a. a. O., und finde auch, dass es nicht »die privatesten Angelegenheiten der Einzelworte erörtern« heißt, wenn in einer Syntax dargelegt wird, »welche Worte keinen Plural bilden, zu welchen Pluralformen kein Singular vorkommt, wie sich mit gewissen Singularformen plurale, mit einzelnen Pluralformen singulare Bedeutung verbindet u. s. w.« (Ries, S. 99), falls sich diese Erörterung nur auf die typischen Fälle solcher Art beschränkt.

Beziehung zu der Bedeutung anderer Satzglieder schließt also die Wortform ganz ebenso wie das inflexible Wort, sowie es überhaupt Glied eines Satzes wird (und mag es das einzige »Wort« des Satzes sein), immer in sich, und zwar, wenn die Flexionsform nicht »erstarrt« ist (adverbiales *abends* etc.) auch noch mit der Möglichkeit, in dem Corradical (zu dem ich im weitesten Sinne auch Umlaut und Ablaut rechne) den Beziehungsausdruck zu erkennen. Ich glaube also, man braucht gar nicht den historischen Grund geltend zu machen, dass sich die Flexion syntaktisch entwickelt hat, um die Einbeziehung der Flexionslehre in die Syntax plausibel zu finden. Es wird aber dann natürlich auch ein Abschnitt über die sogenannten Formwörter (Präpositionen, Conjunctionen) nicht fehlen dürfen, die besser als Beziehungswörter zu bezeichnen wären.

Ueber die Bedingungen und den Beginn der Ablösung der Fersen vom Boden.

Von

Otto Fischer.

Leipzig.

Mit 4 Figuren.

Für eine zu Ehren des Herrn Geheimen Raths Professor W. Wundt veranstaltete Festschrift ein Thema zu finden, welches zu den Leistungen des hochverehrten Jubilars in Beziehung steht, fällt dank der bewunderungswürdigen Vielseitigkeit desselben auch denjenigen unter seinen Schülern nicht schwer, welche nicht mit der Philosophie in enger Berührung geblieben sind. So möge denn der folgende Beitrag zur Muskelmechanik in erster Linie dem Verfasser der »Lehre von der Muskelbewegung«[1]) und des »Handbuchs der medicinischen Physik«[2]) zu seinem 70. Geburtstage als Zeichen der dauernden Verehrung und Dankbarkeit ehrerbietigst gewidmet sein.

Durch die zahlreichen Schriften, welche seit mehreren Jahren im Anschluss an den bekannten Weber'schen Versuch zur Bestimmung der absoluten Muskelkraft über die Frage des Ablösens der Ferse vom Boden veröffentlicht worden sind, kann das rein statische Problem des Stehens auf den Zehen als gelöst angesehen werden, soweit bei der Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen nicht auch der Beweglichkeit in den Knie- und Hüftgelenken Rechnung getragen werden soll. Wenn auch noch Verschiedenheiten in der Auffassung

---

1) Braunschweig, Verlag von Friedrich Vieweg u. Sohn. 1858.
2) Erlangen, Verlag von Friedrich Enke. 1867.

des ganzen Mechanismus vorhanden sind, so besteht doch hinsichtlich der, ursprünglich von Ed. Weber falsch angegebenen Bedingungen des Gleichgewichts jetzt im wesentlichen Uebereinstimmung. Bei der Discussion des statischen Problems sind nun auch von verschiedenen Seiten kinetische Fragen gestreift worden, ohne dass über dieselben bis jetzt vollkommene Einigung erzielt wäre.

Es soll daher im Folgenden das Zustandekommen der Ablösungsbewegung klargelegt und insbesondere untersucht werden, unter welchen Bedingungen ein, wenn auch noch so minimales Ablösen der Fersen vom Boden überhaupt eintreten kann.

So einfach vom Standpunkte der Mechanik aus das Gleichgewichtsproblem des Stehens mit erhobenen Fersen erscheint, so lässt sich von vornherein nicht verkennen, dass man es bei der Untersuchung des Ablösungsvorganges mit complicirteren Verhältnissen zu thun hat. Während in jenem Falle die Massen der beiden Abschnitte des Körpers nur insofern eine Rolle spielen, als sie die Lage der Schwerpunkte und die in ihnen angreifenden Gewichtskräfte bestimmen, kommt für die Bewegung auch die Vertheilung der Masse innerhalb der beiden Abschnitte in Frage, soweit dieselbe in der Größe der Trägheitsmomente ihren Ausdruck findet. Außerdem ist dabei vor allen Dingen der Einfluss in Rücksicht zu ziehen, welchen die einem Körpertheil ertheilte Beschleunigung auf den anderen ausübt. Es wird sich auch zeigen, dass die Kenntniss des Hebelgesetzes, etwa verbunden mit einem gewissen Gefühl für mechanische Wahrheiten, nicht ausreicht, um das kinetische Problem in allen Theilen exact zu lösen. Die Verhältnisse sind jedoch immer noch einfach genug, dass die Lösung sich in elementarer und anschaulicher Weise darstellen lässt.

Es mögen nun zunächst diejenigen Sätze der Mechanik kurz angeführt werden, deren Kenntniss zum Verständniss der folgenden Auseinandersetzungen erforderlich ist.

Wenn ein starrer Körper sich nur um eine im Raume feststehende Axe drehen kann, so wird jede Kraft, deren Richtung nicht gerade durch die Axe hindurchgeht oder derselben parallel läuft, wenn sie allein wirkt, den Körper in Drehung versetzen. Für die Größe dieser Drehung kommt nur dann die ganze Kraft in Betracht, wenn sie zu der Axe senkrecht gerichtet oder, mit anderen Worten, einer Ebene parallel ist, welche auf der Drehungsaxe senkrecht steht. Ist das

letztere nicht der Fall, so hat man sich die Kraft in zwei rechtwinklige Componenten zerlegt zu denken, von denen die eine in der Richtung der Axe verläuft, dann ist die andere zu derselben senkrecht gerichtet. Nur die letztere Componente kann auf den Körper drehend einwirken; ist ihre Größe K und der kürzeste Abstand ihrer Richtung von der der Drehungsaxe k, so wird das von der Kraft in Bezug auf die feste Axe ausgeübte Drehungsmoment D durch das Product Kk gemessen. Die Größe der eintretenden Drehung hängt nun außerdem von der Massenvertheilung im Körper um die Drehungsaxe ab, soweit dieselbe in dem Trägheitsmoment in Bezug auf die Axe ihren Ausdruck findet. Besitzt dieses Trägheitsmoment die Größe M, so wird die von der Kraft dem Körper mitgetheilte Winkelbeschleunigung ω um die feste Drehungsaxe durch den Quotient $D : M$ bestimmt. Das Drehungsmoment D selbst ist also gleich dem Product $M\omega$. Greifen zugleich mehrere Kräfte an dem Körper an, so gilt dieselbe Beziehung, wenn man unter D das resultirende Drehungsmoment aller Kräfte K versteht. Von besonderer Bedeutung für das Problem der Fersenablösung ist der Fall, dass an dem Körper an verschiedenen Punkten in einer zur Drehungsaxe senkrechten Ebene zwei Kräfte von gleicher Größe, aber genau entgegengesetzter Richtung angreifen. Zwei solche Kräfte kann man nach dem Vorgang von Poinsot als zusammengehörig auffassen; man nennt sie dann ein Kräftepaar. Das resultirende Drehungsmoment der beiden Kräfte eines Kräftepaares wird, wovon man sich leicht überzeugen kann, durch das Product aus der Größe einer der beiden Kräfte und dem Arm des Paares, d. h. dem Abstand der beiden Kraftrichtungen, gemessen. Jedem Kräftepaar kommt dabei ein bestimmter Drehungssinn zu.

Ist die Axe, um welche sich der starre Körper drehen kann, nicht im Raume fest, sodass sie während der Drehung selbst eine Bewegung ausführt, oder besitzt der Körper überhaupt viel größere Freiheit in seiner Bewegung, so kann man sich die Wirkung einer Kraft am besten dadurch veranschaulichen, dass man die Bewegung, welche die Kraft dem Schwerpunkte des starren Körpers ertheilt, und die Drehung, welche der Körper um den Schwerpunkt erleidet, gesondert in Betracht zieht.

Es stellt sich nämlich heraus, dass die Bewegung des Schwerpunktes gerade so ausfällt, als ob die ganze Masse des Körpers in ihm vereinigt wäre, und auch die Kraft direct an ihm angriffe. Ist

K die Größe der Kraft und m die Masse des Körpers, so erfährt demnach der Schwerpunkt eine Beschleunigung γ, welche durch den Quotient $K : m$ gemessen wird. Die Kraft K muss daher gleich dem Product $m\gamma$ sein, welches man als die Effectivkraft des Schwerpunktes bezeichnet. Greifen zugleich mehrere Kräfte an dem starren Körper an, so gilt wiederum dieselbe Beziehung, wenn man unter K die Resultante sämmtlicher nach dem Schwerpunkt verlegt gedachter Kräfte versteht.

Weiterhin ergibt sich, dass die Drehung des starren Körpers um den Schwerpunkt gerade so stattfindet, als wenn der Schwerpunkt festgehalten wäre. Die Kraft übt dann ein Drehungsmoment D_0 um den Schwerpunkt aus, welches durch das Product Kk_0 gemessen wird, unter k_0 den Abstand der Kraftrichtung vom Schwerpunkt verstanden. Die Axe, um welche dabei die Kraft den Körper zu drehen sucht, steht im Schwerpunkt senkrecht auf der Ebene, die den Schwerpunkt mit der Kraftrichtung verbindet; sie soll kurz die »Axe des Drehungsmoments« heißen. Die Drehung selbst findet nun, was wohl zu beachten ist, im allgemeinen nicht um die Axe des Drehungsmomentes statt. Dies ist bei vollkommen freier Bewegung des Körpers nur der Fall, wenn die Axe des Drehungsmomentes mit einer Hauptträgheitsaxe oder, wie man sie auch nennt, einer freien Axe des starren Körpers zusammenfällt. Da diese Voraussetzung bei der Bewegung des Ablösens der Ferse für die beiden Abschnitte des Körpers genügend genau erfüllt ist, so braucht also hier nur der specielle Fall in Betracht gezogen zu werden, dass die Drehung des Körpers thatsächlich um die Axe des Drehungsmomentes stattfindet. Besitzt der starre Körper in Bezug auf diese Axe durch den Schwerpunkt das Trägheitsmoment M_0, so wird wiederum die Winkelbeschleunigung ω_0, welche von der Kraft dem Körper um die betreffende Schwerpunktsaxe mitgetheilt wird, durch den Quotient $D_0 : M_0$ gemessen. Demnach ist das Drehungsmoment D_0 selbst wieder gleich dem Product $M_0\omega_0$. Bei mehreren Kräften bedeutet D_0 das resultirende Drehungsmoment sämmtlicher Kräfte.

Man könnte natürlich auch bei einem um eine im Raume feste Axe drehbaren Körper, sofern die Axe nicht durch den Schwerpunkt hindurchgeht, nach der Bewegung des Schwerpunktes und der Drehung um den Schwerpunkt fragen, und auf diese Weise den

Bewegungseffect der einwirkenden Kraft ableiten. Man würde dann ebenfalls zum Ziele gelangen. Der Umstand, dass in diesem Falle die Bewegung des Schwerpunktes in enger Beziehung zu der Drehung um die feste Axe steht, lässt es jedoch als zweckmäßiger erscheinen, gleich die Drehung um diese Axe in Betracht zu ziehen, denn man gewinnt dadurch den Vortheil, die an der fixirten Axe selbst angreifenden Kräfte unberücksichtigt lassen zu können. Dagegen würde man zu absolut falschen Resultaten gelangen, wenn man bei einem Körper, der sich um eine zwar im Körper feste, aber in Bezug auf den ruhenden Raum in Bewegung begriffene Axe dreht, die drehende Einwirkung einer Kraft so auffassen wollte, als ob die Axe auch im Raume fest wäre. Denn durch jede Beschleunigung, welche die Axe erfährt, wird im allgemeinen auch die Drehung des Körpers um diese Axe modificirt. Dies kommt beim Problem der Fersenablösung vor allen Dingen für die Bewegung des um die obere Sprunggelenkaxe drehbaren Körperabschnittes in Betracht.

Die angeführten Sätze beziehen sich zunächst zwar nur auf die Bewegung eines einzigen starren Körpers. Es zeigt sich aber, dass mit ihrer Hülfe auch die Abhängigkeit der Bewegungen der einzelnen Theile eines Gelenksystems von den einwirkenden Kräften in verhältnissmäßig einfacher Weise dargestellt werden kann. Man hat sich zu diesem Zwecke nur darüber Rechenschaft zu geben, in welcher Weise ein jeder von zwei durch ein Gelenk verbundenen Körpertheilen durch Vermittelung des Gelenkes auf den anderen einwirkt. Rechnet man alle diese als Druck oder Zug in einem Gelenk sich äußernden Einwirkungen den übrigen am Körpertheil angreifenden Kräften hinzu, so braucht man dann keine Rücksicht mehr auf den Zusammenhang mit den übrigen Körpertheilen zu nehmen, und kann also direct die für einen einzigen starren Körper geltenden Gesetze zur Verwendung bringen. —

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen, welche geeignet sein dürften, die folgende Untersuchung ganz allgemein verständlich zu machen, soll nun auf das specielle Problem des Ablösens der Ferse vom Boden selbst eingegangen sein.

Um die mechanischen Verhältnisse möglichst einfach zu gestalten, sei angenommen, dass die beiden Füße mit ihren Längsaxen parallel stehen und sich beim Ablösen der Fersen gleichzeitig um eine

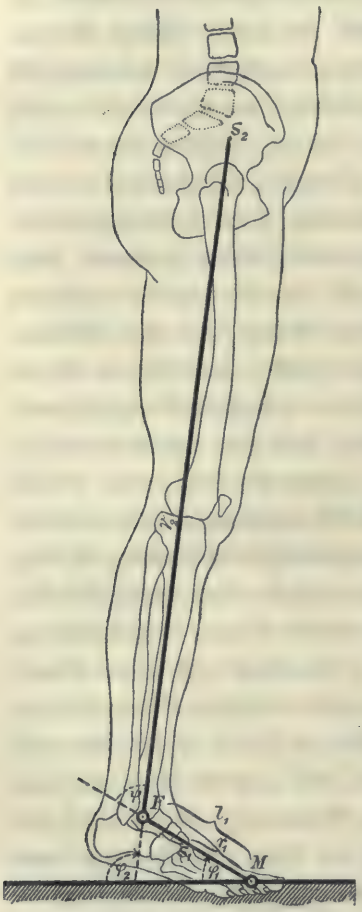
gemeinsame feste Axe durch das Köpfchen des I. Metatarsus jeder Seite drehen. Der Umstand, dass in Wirklichkeit die Drehungsaxe beim Erheben auf die Zehen etwas nach vorn wandert[1]), fällt in Anbetracht der sonstigen vereinfachenden Voraussetzungen für den Beginn des Ablösens der Fersen nicht ins Gewicht. Da die beiden Füße identische Bewegungen ausführen sollen, so können sie zusammen als einziger starrer Körper behandelt werden; die Masse desselben sei mit m_1 bezeichnet. In gleicher Weise soll der ganze übrige Körper mit Ausnahme der Füße als starrer Körper aufgefasst werden, der sich nur um die gemeinsame Axe der oberen Sprunggelenke beider Seiten drehen kann; die Masse desselben sei m_2. Unter diesen Voraussetzungen erscheint also der ganze Körper als aus zwei starren Abschnitten zusammengesetzt, von denen der erste sich gegen den Fußboden um die durch die I. Metatarsusköpfchen gehende Axe, dagegen der zweite sich gegen den ersten um die Axe der oberen Sprunggelenke drehen kann. Beide Axen stehen auf der Medianebene des Körpers senkrecht; ihre Schnittpunkte mit dieser Ebene seien M und F (Fig. 1). In die Medianebene fallen auch die Schwerpunkte S_1 und S_2 beider Abschnitte; dabei liegt der Schwerpunkt S_1 des ersten Abschnittes nahezu in der Verbindungslinie der beiden Axenpunkte M und F. Macht man noch die annähernd verwirklichte Annahme, dass alle auf die beiden Abschnitte einwirkenden Kräfte der Medianebene parallel laufen, und beachtet, dass auch die Bewegung des Ablösens der Füße parallel dieser Ebene stattfindet, so genügt es, den ganzen Körper mit allen Kräften auf diese Ebene projicirt zu denken, und nur die Bewegungen in dieser Projection zu untersuchen. Die Verbindungsstrecken MF und FS_2 sollen kurz die Längsaxen der beiden Abschnitte heißen; die erstere bilde mit der nach hinten gerichteten Horizontalen den Winkel φ_1, die letztere den Winkel φ_2. Durch diese beiden Winkel ist dann die Haltung, und durch die Aenderungen derselben die Bewegung des ganzen Körpers eindeutig bestimmt. Insbesondere bildet die Längsaxe des zweiten Abschnittes mit der Verlängerung der Längsaxe des ersten Abschnittes über F hinaus den Winkel $\varphi_2 - \varphi_1$, welcher mit ψ bezeichnet sein

1) Vgl. Grützner, Ueber den Mechanismus des Zehenstandes. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. LXXIII, S. 631.

soll; der Winkel zwischen den beiden Längsaxen selbst ist der Supplementswinkel von ψ.

Auf den ersten Abschnitt wirken nun folgende Kräfte ein, die ihn zu drehen suchen. Erstens im Schwerpunkt S_1 das vertical nach unten ziehende Gewicht G_1 beider Füße. Zweitens an den Ansatzstellen der über die Sprunggelenke hinwegziehenden Muskeln, die durch active Contraction oder auch nur durch die elastische Spannung derselben hervorgerufenen Muskelkräfte in der Richtung nach dem zweiten Abschnitt hin. Drittens in F der Druck, welchen der zweite Abschnitt infolge des Gelenkzusammenhanges auf den ersten ausübt. Dieser ist nach dem Newtonschen Princip der Gleichheit von Action und Reaction genau entgegengesetzt gleich der Einwirkung, die der zweite Abschnitt in F von Seiten des ersten erfährt. Die Kraft, mit welcher der erste Abschnitt in F auf den zweiten einwirkt, muss aber nach den früheren Auseinandersetzungen nach Größe und Richtung gerade so beschaffen sein, dass sie im Verein mit den übrigen am zweiten Abschnitt angreifenden äußeren Kräften dem Schwerpunkte S_2 seine Beschleunigung ertheilt. Es ist daher nöthig, gleichzeitig näher auf die Bewegung des zweiten Abschnitts einzugehen.

Fig. 1.



Bleibt insbesondere S_2 in Ruhe, oder führt derselbe eine gleichförmige geradlinige Bewegung aus, bei welcher also die Beschleunigung den Werth Null besitzt, so muss zwischen den genannten Kräften Gleichgewicht bestehen, wenn man sie nach einem Punkte verlegt. Daraus ergibt sich nach dem Princip der Gleichheit von Action und Reaction unmittelbar, dass bei ruhen-

dem S_2 der rückwärts von Seiten des zweiten Abschnitts in F auf den ersten Abschnitt ausgeübte Druck sich als die Resultante sämmtlicher am zweiten Abschnitt angreifenden Kräfte darstellt, nachdem dieselben alle nach F verlegt worden sind.

Zu Beginn des Ablösens der Fersen aus der Ruhe erfährt nun aber im allgemeinen S_2 eine Beschleunigung. Diese wird hier, wo noch keine Winkelgeschwindigkeiten vorhanden sind, allein durch die Winkelbeschleunigungen φ_1'' und φ_2'' bestimmt, mit denen bei der Bewegung die beiden Längsaxen MF und FS_2 ihre Neigung gegen die Horizontalebene verändern. Man kann die Beschleunigung von S_2 auffassen als die Resultante aus der Beschleunigung des Punktes F und der zu diesem Punkte relativen Beschleunigung von S_2. Der Punkt F beschreibt bei allen Bewegungen einen Kreis um M; seine Beschleunigung aus der Ruhe besitzt daher die Richtung der Tangente an die Kreisbahn und die Größe $l_1\varphi_1''$, unter l_1 den Abstand des Punktes F von M verstanden. Denn die Winkelbeschleunigung φ_1'' wird durch die Tangentialbeschleunigung eines Punktes in der Entfernung 1 von M gemessen. Wenn der Körper schon in Bewegung ist, so liefert zwar auch die Winkelgeschwindigkeit des ersten Abschnittes einen Beitrag zur Beschleunigung des Punktes F, welcher unter dem Namen der Centripetal- oder Normalbeschleunigung bekannt ist. Diese Beschleunigungscomponente kommt aber natürlich nicht in Frage, wenn es sich um den Beginn der Bewegung aus der Ruhe handelt. Wie F bei der Bewegung des ganzen Körpers einen Kreis um M beschreibt, so bewegt sich auch S_2 relativ zu F auf einer Kreisbahn, dessen Mittelpunkt F ist; ein Unterschied besteht zwischen beiden Bewegungen nur insofern, als F selbst in Bewegung ist, während M fest bleibt. Die Beschleunigung von S_2 relativ zu F besitzt daher ebenfalls die Richtung der Tangente an die Kreisbahn um F und die Größe $r_2\varphi_2''$, wenn unter r_2 der Abstand des Schwerpunktes S_2 von F verstanden wird. Es setzt sich also die Beschleunigung γ_2 des Schwerpunktes S_2 im Ganzen aus zwei Componenten zusammen, von denen die eine senkrecht zur Längsaxe des ersten, und die andere senkrecht zur Längsaxe des zweiten Abschnittes gerichtet ist. Die Zusammensetzung dieser beiden Componenten geschieht auf ganz die gleiche Weise wie die Zusammensetzung von zwei an einem Punkte angreifenden Kräften zu einer Resultante.

Multiplicirt man die resultirende Beschleunigung γ_2 des Schwerpunktes S_2 mit der Masse m_2 des zweiten Abschnittes, so erhält man die zugehörige Effectivkraft. Diese muss aber nach den früheren Auseinandersetzungen gleich der Resultante der sämmtlichen am zweiten Abschnitte angreifenden Kräfte, d. h. also der direct angreifenden Kräfte und des in F auf den zweiten Abschnitt ausgeübten Druckes sein. Daraus geht hervor, dass der Druck in F als Resultante aus der Effectivkraft des Punktes S_2 und der sämmtlichen in entgegengesetzter Richtung genommenen, direct an dem zweiten Abschnitt angreifenden Kräfte aufgefasst werden kann. Da nun dieser Druck nach dem Princip der Gleichheit von Action und Reaction entgegengesetzt gleich dem in F auf den ersten Abschnitt ausgeübten Druck sein muss, so stellt sich demnach der letztere als die Resultante aus der in entgegengesetzter Richtung genommenen Effectivkraft des Schwerpunktes S_2 und der sämmtlichen an dem zweiten Abschnitt direct angreifenden, in ihrer wahren Richtung genommenen Kräfte dar. Es kommt also bei bewegtem Schwerpunkt S_2 zu den schon in der Ruhe vorhandenen Druckcomponenten in F nur noch eine Componente hinzu, welche gleiche Größe, aber entgegengesetzte Richtung wie die Effectivkraft $m_2\gamma_2$ des Schwerpunktes S_2 besitzt.

Sieht man von dem Einfluss des Luftwiderstandes ab, so wirken auf den zweiten Abschnitt direct die Schwere und die Spannungen der über das Fußgelenk hinwegziehenden Muskeln ein. Die Wirkung der Schwere ist gleich der einer im Schwerpunkt S_2 angreifenden und vertical nach unten ziehenden Kraft, deren Größe durch das Gewicht G_2 des zweiten Abschnittes gemessen wird. Ferner kommen für den zweiten Abschnitt genau die gleichen Muskeln wie beim ersten Abschnitt in Betracht. Die Kräfte, mit denen sie einwirken, sind an Größe den am ersten Abschnitt angreifenden gleich, sie besitzen aber entgegengesetzte Richtung.

Daraus geht also hervor, dass zu jeder am ersten Abschnitt direct angreifenden Muskelkraft eine entgegengesetzt gleiche im Gelenkpunkte F hinzukommt, welche mit ihr zusammen ein Kräftepaar bildet. Man kann leicht einsehen, dass ein jeder dieser Muskeln rückwärts auf den zweiten Abschnitt ebenfalls mit einem Kräftepaar einwirken muss, welches sich nur in der Richtung der beiden entgegengesetzt gleichen Kräfte von dem für den ersten Abschnitt in Betracht

kommenden unterscheidet, und daher eine Drehung im genau entgegengesetzten Drehungssinne hervorzubringen sucht. Die eine Kraft dieses Paares ist nämlich die im Muskelursprung angreifende Kraft und die andere eine ihr genau entgegengesetzt gleiche Componente des in F auf den zweiten Abschnitt ausgeübten Druckes. Der Arm h beider Kräftepaare für ist jeden Muskel der Abstand der gemeinsamen Drehungsaxe F der beiden oberen Sprunggelenke von der Richtung des resultirenden Muskelzuges, bezüglich des Theiles, welcher sich ungehindert zwischen beiden Abschnitten ausspannen kann. Die absolute Größe des Drehungsmomentes eines jeden der beiden Kräftepaare ist daher Kh, unter K die Gesammtspannung des Muskels verstanden.

Es ist leicht einzusehen, dass die hinter der Axe der oberen Sprunggelenke hinwegziehenden Muskeln mit ihren Kräftepaaren den ersten Abschnitt von der rechten Seite aus gesehen im Sinne des Uhrzeigers zu drehen suchen, also die Fersen vom Boden ablösen wollen, und dass sie den zweiten Abschnitt im umgekehrten Sinne zu drehen suchen, also den übrigen Körper nach hinten umkippen wollen. Die vor der Axe der oberen Sprunggelenke hinwegziehenden Muskeln haben dagegen das Bestreben, beiden Abschnitten Drehungen im gerade entgegengesetzten Sinne zu ertheilen. Die beiden Arten von Muskeln suchen sich also entgegen zu arbeiten. Rechnet man eine Drehung eines der beiden Abschnitte, welche von der rechten Seite aus im Sinne des Uhrzeigers stattfindet, sodass also der Winkel φ_1 bezüglich φ_2 vergrößert wird, als positiv, so muss man auch den Momenten der Kräftepaare, wenn sie in diesem Sinne drehend einwirken, das positive Vorzeichen beilegen. Die entgegengesetzten Drehungen und zugehörigen Kräftepaare sind dann natürlich negativ zu rechnen. Nach dieser Festsetzung wirken die hinteren Muskeln mit positivem Drehungsmoment auf den ersten, und mit negativem Drehungsmoment auf den zweiten Abschnitt ein. Die Drehungsmomente der vorderen Muskeln sind dagegen beim ersten Abschnitt negativ, beim zweiten positiv in Rechnung zu ziehen. Das resultirende Drehungsmoment, mit welchem alle über die Sprunggelenke hinwegziehenden Muskeln, sei es bei activer Contraction, sei es auch nur durch ihre rein elastische Spannung, auf jeden der beiden Abschnitte einwirken, ist dann einfach gleich der algebraischen Summe aller einzelnen Drehungsmomente. Dabei ist das resultirende Drehungsmoment

aller über das Sprunggelenk hinwegziehenden Muskeln für den zweiten Abschnitt an Größe gleich dem für den ersten und unterscheidet sich von diesem nur durch das Vorzeichen. Bezeichnet man die absolute Größe desselben mit D, so ist das eine $+D$, das andere $-D$.

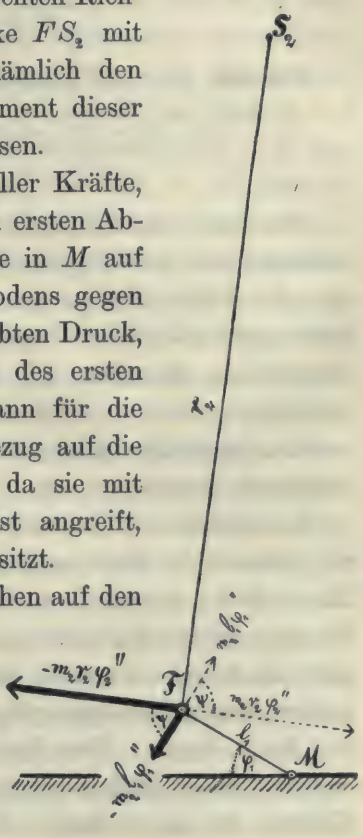
Die Schwere wirkt mit zwei vertical nach unten gerichteten Componenten drehend auf den ersten Abschnitt ein. Die eine Componente greift in S_1 an und besitzt die Größe G_1; die andere findet sich unter den Componenten des in F auf den ersten Abschnitt ausgeübten Druckes vor und besitzt nach den obigen Auseinandersetzungen die Größe G_2. Bezeichnet man den Abstand des auf der Längsaxe MF liegenden Schwerpunktes S_1 von M mit r_1, so übt die erste Componente in Bezug auf die Metatarsalaxe M ein Drehungsmoment von der Größe $G_1\ r_1 \cos \varphi_1$ aus und sucht dabei den ersten Abschnitt im negativen Drehungssinne um M zu drehen. Die zweite Componente übt dagegen auf den ersten Abschnitt in Bezug auf die Axe M ein Drehungsmoment von der Größe $G_2\ l_1 \cos \varphi_1$ aus, welches ebenfalls negativ in Rechnung zu ziehen ist.

Endlich bleibt noch das Drehungsmoment festzustellen, mit welchem die der Effectivkraft des Schwerpunktes S_2 entgegengesetzt gleiche Druckcomponente in F auf die Drehung des ersten Abschnittes um die Metatarsalaxe einwirkt. Wie diese Effectivkraft in den zwei getrennten Componenten $m_2\ l_1\ \varphi_1''$ und $m_2\ r_2\ \varphi_2''$ zur Darstellung gebracht wurde, so erweist es sich auch als zweckmäßig, das Drehungsmoment der ihr entgegengesetzt gleichen Kraft in zwei Componenten zu zerlegen. Fasst man zunächst den Fall ins Auge, dass bei einer Bewegung des ganzen Körpers beide Winkelbeschleunigungen φ_1'' und φ_2'' das positive Vorzeichen besitzen, so ist die zur Längsaxe MF senkrechte Druckcomponente $-m_2\ l_1\ \varphi_1''$, und die zur Längsaxe FS_2 senkrechte Druckcomponente $-m_2\ r_2\ \varphi_2''$. Dabei tragen die negativen Vorzeichen dem Umstande Rechnung, dass die beiden in F auf den ersten Abschnitt ausgeübten Druckcomponenten die entgegengesetzte Richtung wie die Componenten der Effectivkraft von S_2 besitzen; die erste ist bei der in Fig. 1 gezeichneten Projection des Körpers nach links unten, die zweite nach links und etwas nach oben gerichtet, so wie es in der folgenden Fig. 2 dargestellt ist.

Für die Drehungsmomente in Bezug auf die Axe durch M kommen nun wiederum nur diejenigen Componenten der beiden genannten

Druckcomponenten in Betracht, welche zu der Längsaxe MF senkrecht gerichtet sind. Demnach wirkt die Druckcomponente $-m_2 l_1 \varphi_1''$ in ganzer Stärke drehend ein; ihr Drehungsmoment in Bezug auf die Axe durch M ist $-m_2 l_1 \varphi_1'' \cdot l_1$, wobei das negative Vorzeichen damit übereinstimmt, dass die Kraft den ersten Abschnitt im negativen Sinne zu drehen sucht. Die Druckcomponente $-m_2 r_2 \varphi_2''$ bildet mit der zu MF senkrechten Richtung denselben Winkel wie die Längsaxe FS_2 mit der Verlängerung der Längsaxe MF, nämlich den Winkel ψ; daher wird das Drehungsmoment dieser Kraft durch $-m_2 r_2 \varphi_2'' \cdot \cos \psi \cdot l_1$ gemessen.

Fig. 2.



Damit sind die drehenden Einflüsse aller Kräfte, welche zu Beginn der Fersenablösung am ersten Abschnitt angreifen, festgestellt. Denn die in M auf die Füße einwirkende Reaction des Fußbodens gegen den von Seiten der Füße auf ihn ausgeübten Druck, welche ebenfalls als eine äußere Kraft des ersten Abschnittes aufgefasst werden muss, kann für die Bestimmung der Drehungsmomente in Bezug auf die Metatarsalaxe außer Betracht bleiben, da sie mit großer Annäherung an dieser Axe selbst angreift, also kein Drehungsmoment für dieselbe besitzt.

Die algebraische Summe der sämmtlichen auf den ersten Abschnitt einwirkenden Drehungsmomente, welche das totale resultirende Drehungsmoment darstellt, hängt nun nach den früheren Auseinandersetzungen mit der Winkelbeschleunigung φ_1'' in der Weise zusammen, dass sie gleich dem Product aus φ_1'' und dem Trägheitsmoment des ersten Abschnittes in Bezug auf die Metatarsalaxe ist. Bezeichnet $\varkappa_1$ den Trägheitsradius des ersten Abschnittes in Bezug auf die zur Metatarsalaxe parallele Axe durch den Schwerpunkt S_1, so ist das Trägheitsmoment um die letztere Axe $m_1 \varkappa_1^2$. Nach einem bekannten Satze wird dann das Trägheitsmoment um die in der Entfernung r_1 vom Schwerpunkt verlaufende Metatarsalaxe selbst durch $m_1 (\varkappa_1^2 + r_1^2)$ dargestellt. Nimmt man zunächst an, dass das Drehungsmoment

der hinteren Muskeln über das der vorderen überwiegt, so hat das resultirende Drehungsmoment D aller auf den ersten Abschnitt einwirkenden Muskeln einen positiven Werth. Es besteht dann also zwischen der algebraischen Summe der sämmtlichen Drehungsmomente und der Winkelbeschleunigung φ_1'' die Beziehung

$$D - G_1 r_1 \cos \varphi_1 - G_2 l_1 \cos \varphi_1 - m_2 l_1 \varphi_1'' \cdot l_1 - m_2 r_2 \varphi_2'' \cos \psi \cdot l_1 = m_1 (\varkappa_1^2 + r_1^2) \cdot \varphi_1''.$$

Dieselbe geht bei geeigneter Zusammenfassung in die Form über

$$[m_1 (\varkappa_1^2 + r_1^2) + m_2 l_1^2] \cdot \varphi_1'' + m_2 l_1 r_2 \cos \psi \cdot \varphi_2'' = D - G_1 r_1 \cos \varphi_1 - G_2 l_1 \cos \varphi_1.$$

Trotzdem diese Relation in erster Linie ein Ausdruck für die Abhängigkeit der Winkelbeschleunigung des ersten Abschnittes, d. h. also der beiden Füße, von den einwirkenden Kräften ist, so treten doch auch die Masse und Winkelbeschleunigung des zweiten Abschnittes in derselben auf. Daraus ist deutlich zu erkennen, dass überhaupt, und in welcher Weise schon die Anfangsbewegung des ersten Abschnittes infolge des Gelenkzusammenhangs von dem zweiten Abschnitt beeinflusst wird. —

Die Kräfte, welche auf den zweiten Abschnitt einwirken, sind in den bisherigen Auseinandersetzungen schon alle angeführt worden. Es ist daher nur noch nöthig, ihre Drehungsmomente zu bestimmen, Da der zweite Abschnitt sich nicht bei den Bewegungen um eine feste Axe dreht, so muss man hier die Drehung um die zur Axe der beiden oberen Sprunggelenke parallele Axe durch den Schwerpunkt S_2 ins Auge fassen. Die Beschleunigung dieses Schwerpunktes selbst und ihre Abhängigkeit von den auf den zweiten Abschnitt einwirkenden Kräften ist schon früher bei der Ableitung des Druckes in F in Betracht gezogen worden.

Die Untersuchung hatte, so weit sie sich auf den zweiten Abschnitt bezog, folgendes ergeben. Im Schwerpunkte S_2 greift das Gewicht G_2 an und wirkt vertical nach unten. An den Ursprungsstellen der Muskeln ziehen dieselben nach dem ersten Abschnitt hin. In F übt der erste Abschnitt auf den zweiten einen Druck aus, von welchem eine Componente gleich der Effectivkraft $m_2 \gamma_2$ des Schwerpunktes S_2 ist, während die übrigen den am zweiten Abschnitt direct angreifenden

Muskelkräften und der in S_2 angreifenden Gewichtskraft G_2 zwar an Größe gleich sind, aber die entgegengesetzte Richtung besitzen.

Es ist weiterhin auch schon auseinandergesetzt worden, dass die direct an den Ursprungsstellen angreifenden Muskelkräfte sich mit den ihnen entgegengesetzt gleichen, von denselben Muskeln herrührenden Druckcomponenten in F zu Kräftepaaren zusammensetzen. Das resultirende Drehungsmoment aller dieser Kräftepaare ist entgegengesetzt gleich dem resultirenden Drehungsmoment, mit welchem die Muskeln auf den ersten Abschnitt einwirkten. Da das letztere mit $+D$ bezeichnet wurde, so üben also die sämmtlichen Muskeln auf den zweiten Abschnitt das resultirende Drehungsmoment $-D$ aus.

Zu dem vertical nach unten ziehenden Gewicht G_2 im Schwerpunkte S_2 findet sich unter den Druckcomponenten in F eine, welche der Gewichtskraft G_2 entgegengesetzt gleich ist, also vertical nach oben zieht. Beide bilden daher wieder zusammen ein Kräftepaar. Der Arm desselben ist, wie man leicht sieht, der Abstand des Punktes F von der Verticalen durch S_2, die man auch als Schwerlinie bezeichnei. Derselbe wird durch $r_2 \cos (180° - \varphi_2)$ oder $-r_2 \cos \varphi_2$ gemessen. Das Drehungsmoment, mit welchem die Schwere auf den zweiten Abschnitt einwirkt, ist daher $-G_2 r_2 \cos \varphi_2$, wobei durch das Vorzeichen auf alle Fälle der richtige Drehungssinn angedeutet wird. Denn geht die Schwerlinie durch S_2 vor dem Punkte F vorbei, so ist φ_2 größer als 90°, sein Cosinus also negativ, und infolgedessen der Ausdruck für das Drehungsmoment positiv. Liegt dagegen F vor der Schwerlinie, so ist φ_2 kleiner als 90° und der Werth des Drehungsmomentes negativ; das Kräftepaar sucht aber dann den zweiten Abschnitt im negativen Sinne zu drehen.

Endlich ist noch für diejenige Druckcomponente das Drehungsmoment abzuleiten, welche der Effectivkraft von S_2 gleich ist. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich wieder, für jede der beiden Componenten der Effectivkraft das Drehungsmoment gesondert aufzustellen. Aus Fig. 2 erkennt man, dass die Componente $m_2 l_1 \varphi_1''$, welche dort, ebenso wie die Componente $m_2 r_2 \varphi_2''$, punktirt angedeutet ist, mit der zur Längsaxe FS_2 senkrechten Richtung den Winkel ψ bildet. Da dieselbe den zweiten Abschnitt in negativem Sinne um die Axe durch S_2 zu drehen sucht, so beträgt das von ihr ausgeübte Drehungsmoment $-m_2 l_1 \varphi_1'' \cos \psi \cdot r_2$. Die Componente

$m_2 r_2 \varphi_2''$ ist schon an und für sich senkrecht zur Längsaxe FS_2 gerichtet und sucht ebenfalls eine negative Drehung hervorzubringen; daher ist ihr Drehungsmoment $-m_2 r_2 \varphi_2'' \cdot r_2$.

Bezeichnet man den Trägheitsradius des zweiten Abschnittes in Bezug auf die zur Sprunggelenkaxe parallele Axe durch S_2 mit $\varkappa_2$, so ist das zugehörige Trägheitsmoment $m_2 \varkappa_2^2$. Man hat daher zwischen der algebraischen Summe der auf den zweiten Abschnitt einwirkenden Drehungsmomente und der Winkelbeschleunigung φ_2'' die Beziehung

$$-D - G_2 r_2 \cos \varphi_2 - m_2 l_1 \varphi_1'' \cos \psi \cdot r_2 - m_2 r_2 \varphi_2'' \cdot r_2 = m_2 \varkappa_2^2 \cdot \varphi_2''.$$

Bei geeigneter Zusammenfassung und Anordnung der einzelnen Glieder geht dieselbe in die Form über

$$m_2 l_1 r_2 \cos \psi \cdot \varphi_1'' + m_2 (\varkappa_2^2 + r_2^2) \cdot \varphi_2'' = -D - G_2 r_2 \cos \varphi_2.$$

Auch diese Relation, welche in erster Linie ein Ausdruck für die Abhängigkeit der Beschleunigung des zweiten Abschnittes von den einwirkenden Kräften ist, enthält außer der Winkelbeschleunigung des zweiten Abschnittes auch die Winkelbeschleunigung des ersten Abschnittes. Dagegen tritt in derselben die Masse m_1 der beiden Füße nicht auf; die letztere hat also keinen Einfluss auf die Bewegung des um die Sprunggelenkaxen drehbaren Abschnittes des ganzen Körpers. Gleichzeitig bestätigt sich die schon früher ausgesprochene Thatsache, dass die Drehung des zweiten Abschnittes nicht in derselben Weise stattfindet, als wenn die gemeinsame Axe der Sprunggelenke im Raume fest ist. Wäre dies der Fall, so dürfte das erste, mit φ_1'' behaftete Glied auf der linken Seite der zuletzt angeführten Relation nicht vorhanden sein. Es ist nach den früheren Erörterungen nicht schwer, sich davon zu überzeugen, dass die nach dem Wegfallen dieses Gliedes noch übrig bleibende Relation zu der Drehung des zweiten Abschnittes um die im Raume feststehende Axe der oberen Sprunggelenke gehören würde; man hat dabei nur zu beachten, dass $m_2 (\varkappa_2^2 + r_2^2)$ das Trägheitsmoment des zweiten Abschnittes in Bezug auf diese Axe darstellt, und dass die von den Muskeln und der Schwere für dieselbe Axe ausgeübten Drehungsmomente ebenfalls durch $-D$ und $-G_2 r_2 \cos \varphi_2$ gemessen werden.

Die beiden Relationen, welche sich ausschließlich auf den Anfang der Bewegung beziehen, bilden nun die Grundlage für

eine exacte Untersuchung der Bedingungen, unter welchen ein Ablösen der Fersen stattfinden kann. Man gelangt dabei zu absolut sicheren und einwurfsfreien Resultaten, so weit die Voraussetzungen zutreffen, die im Interesse möglichster Vereinfachung der Untersuchung gemacht wurden. Die Gleichungen können aber natürlich keinen Aufschluss über die Betheiligung von Muskeln geben, welche ganz in einen der beiden Abschnitte hineinfallen, oder doch wenigstens gestaltverändernd auf einen derselben einwirken. Die Formeln entsprechen zunächst nur dem, immerhin annähernd realisirbaren Falle, dass die Füße vorn auf der direct unterhalb der Metatarsalaxe befindlichen Kante eines dreiseitigen Klotzes aufruhen, und sich um dieselbe beim Ablösen der zunächst auch durch einen Klotz unterstützten Fersen drehen, und dass sowohl die beiden Füße als auch der ganze übrige Körper je einen gut abgesteiften Abschnitt des ganzen Körpers darstellen. Unter diesen Verhältnissen üben bei der Ablösung der Fersen in der That nur die über die Sprunggelenke hinwegziehenden Muskeln einen Einfluss auf die Bewegung aus. Alle anderen im Contractionszustand oder im Zustande elastischer Spannung befindlichen Muskeln können nur dazu dienen, die beiden Abschnitte des Körpers zu versteifen. Löst dagegen der Körper aus dem gewöhnlichen Stand auf ebenem, horizontalem Fußboden die Fersen ab, so können, wie schon René du Bois-Reymond[1]) bemerkt, auch noch andere Muskeln, z. B. die Zehenbeuger, helfend in den Bewegungsvorgang eingreifen; dann ist aber auch die Voraussetzung, dass die beiden Füße sich beim Erheben auf die Zehen wie ein einziger starrer Körper verhalten, nicht mehr streng erfüllt; denn es werden dabei die Zehen jedes Fußes gegen den Mittelfuß gestreckt.

Den das Problem vereinfachenden Voraussetzungen lässt sich nun ohne wesentliche Verminderung der erreichbaren Genauigkeit noch eine Annahme hinzufügen, welche schon von den meisten Bearbeitern des Gleichgewichtsproblems beim Stehen mit erhobenen Fersen entweder stillschweigend oder ausgesprochenermaßen gemacht worden ist. Es ist dies die Annahme, dass das Gewicht des ersten Abschnittes, d. h. also das Gewicht beider Füße, gegenüber dem Gewicht des

1) R. du Bois-Reymond, Ueber antagonistische Coordination der Waden- und Sohlenmuskulatur. Verhandl. d. physiolog. Gesellsch. zu Berlin. Heft vom 12. Juli 1900. S. 87.

zweiten Abschnittes vernachlässigt werden kann, und dass infolgedessen der zweite Abschnitt direct das Gewicht G des ganzen menschlichen Körpers besitzt. Der Schwerpunkt S_2 des zweiten Abschnitts stellt dann zugleich den Schwerpunkt S des ganzen Körpers dar. Man hat also dieser Annahme entsprechend in den obigen Gleichungen sowohl G_1 als m_1 gleich Null, und G_2 gleich G, bezüglich m_2 gleich m zu setzen, unter m die Masse des ganzen Körpers verstanden. Dann nehmen dieselben die Form an

$$m l_1^2 \cdot \varphi_1'' + m l_1 r_2 \cos\psi \cdot \varphi_2'' = D - G l_1 \cos\varphi_1,$$
$$m l_1 r_2 \cos\psi \cdot \varphi_1'' + m(\varkappa_2^2 + r_2^2) \cdot \varphi_2'' = -D - G r_2 \cos\varphi_2.$$

Man bemerkt, dass die Anzahl der Glieder in den Formeln sich nicht verringert hat; denn die beiden Drehungsmomente der Schwere auf der rechten Seite der ersten Gleichung hätte man auch ohne Vernachlässigung von G_1 in das Drehungsmoment $-Gc_1 \cos\varphi_1$ des im Hauptpunkte des ersten Abschnittes angreifenden Gesammtgewichts G zusammenfassen können, unter c_1 den Abstand dieses Hauptpunktes von der Metatarsalaxe verstanden. Dies habe ich schon in meiner früheren Schrift über »die Hebelwirkung des Fußes, wenn man sich auf die Zehen erhebt«[1]) genauer auseinander gesetzt. Es würde also die Berücksichtigung des Fußgewichts die Lösung des Problems durchaus nicht erschweren. Man kann daher die folgenden an die beiden obigen Formeln angeknüpften Betrachtungen mutatis mutandis auf jedes andere, aus zwei gelenkig verbundenen Abschnitten bestehende System, bei welchem das Gewicht des einen Abschnittes sich nicht vernachlässigen lässt, übertragen.

Da das Stehen mit erhobenen Fersen als ein specieller Fall des allgemeinen Bewegungsproblems aufgefasst werden kann, so müssen die aufgestellten Formeln auch die Bedingungen des Gleichgewichts in sich fassen. In der That braucht man nur die beiden Winkelbeschleunigungen gleich Null zu setzen, wie es dem Fall des Verharrens in einer bestimmten Stellung bei erhobenen Fersen entspricht, um aus den Formeln die richtigen Gleichgewichtsbedingungen zu erhalten. Es ergeben sich nämlich, wie man sieht, die beiden Relationen

$$D = G l_1 \cos\varphi_1 \quad \text{und} \quad D = -G r_2 \cos\varphi_2,$$

1) Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatom. Abth. 1895. S. 110.

welche nur neben einander bestehen können, wenn

$$l_1 \cos \varphi_1 = -r_2 \cos \varphi_2$$

ist. Da $l_1 \cos \varphi_1$ den horizontalen Abstand der durch F gehenden Verticalen von M (Fig. 1), und $-r_2 \cos \varphi_2$ den horizontalen Abstand der durch S_2 gehenden Schwerlinie von F ausdrückt, und ferner φ_2 ein stumpfer Winkel sein muss, damit $-r_2 \cos \varphi_2$ einen positiven Werth bekommt, so erkennt man aus der letzten Relation ohne weiteres, dass der Schwerpunkt des ganzen Körpers bei freiem Erheben auf die Zehen nothwendig vertical über M liegen muss, wenn der Körper in der erhobenen Stellung verharren soll. Aus $D = G l_1 \cos \varphi_1$ geht dann weiter hervor, dass die Muskeln dabei so gespannt sein müssen, dass ihr resultirendes Drehungsmoment an Größe gleich dem Drehungsmoment sein muss, welches das in F auf den ersten Abschnitt drückende Gewicht des Körpers in Bezug auf die Metatarsalaxe ausübt. Wirkt nur die Wadenmuskulatur, so ist nach dem Früheren D gleich dem Product aus der Spannung und dem Abstand des resultirenden Muskelzuges von F, d. h. also von der Achse des oberen Sprunggelenks. Man wird also auf die bekannten Bedingungsgleichungen für das Stehen mit erhobenen Fersen geführt.

Die beiden Formeln geben nun aber vor allen Dingen einen Einblick in den Anfang der Bewegung selbst, welche die beiden Abschnitte des Körpers annehmen, wenn die für das Gleichgewicht erforderliche Beziehung zwischen dem resultirenden Drehungsmoment D der Muskeln und dem Gewicht G des Körpers nicht stattfindet.

Handelt es sich ganz allgemein um den Fall, dass der Körper aus irgend einer Ruhehaltung, bei der die Fersen entweder unterstützt oder auch schon vom Boden abgelöst sind, durch Veränderung des Contractionszustandes der Muskeln in Bewegung gesetzt wird, so erfahren im allgemeinen beide Abschnitte eine bestimmte Winkelbeschleunigung, während Winkelgeschwindigkeiten natürlich im ersten Moment noch nicht vorhanden sind. Die Drehungen, welche im Anfang der Bewegung die beiden Abschnitte thatsächlich ausführen, finden dann gerade in dem durch das Vorzeichen der Winkelbeschleunigung angedeuteten Drehungssinne statt; die Größe derselben ist sogar während einer genügend kleinen Zeit der Größe der Winkelbeschleunigungen direct proportional.

Aus den beiden Formeln lässt sich nun die Größe einer jeden der beiden Winkelbeschleunigungen φ_1'' und φ_2'' in ihrer Abhängigkeit von den Drehungsmomenten der Muskelkräfte und der Schwerkraft für den Anfang der Bewegung ableiten. Man braucht die beiden Winkelbeschleunigungen nur als zwei Unbekannte aufzufassen und die Gleichungen nach denselben aufzulösen.

Um diese Rechnung möglichst zu vereinfachen, mögen zunächst noch einige kürzere Bezeichnungen eingeführt werden. $m(\varkappa_2^2 + r_2^2)$ bedeutet das Trägheitsmoment des Körpers in Bezug auf die gemeinsame Achse der oberen Sprunggelenke; dasselbe möge durch M_2 bezeichnet sein. Auch das Product ml_1^2 kann als ein Trägheitsmoment aufgefasst werden, nämlich als dasjenige, welches der Körper in Bezug auf die Metatarsalachse besitzen würde, wenn seine ganze Masse im Punkte F, oder wenigstens in der Achse der Sprunggelenke concentrirt wäre; für dieses Product sei daher kurz M_1 geschrieben. Endlich mag das wiederholt auftretende Product ml_1r_2 abgekürzt durch $M_{1,2}$ bezeichnet sein. Ferner bedeutet, wie schon oben angegeben wurde, $l_1 \cos\varphi_1$ den horizontalen Abstand der Verticalen durch F von der Metatarsalaxe M, und $-r_2 \cos\varphi_2$ den horizontalen Abstand der Schwerlinie durch S_2 von der Sprunggelenkaxe F. Für den ersteren mag die Bezeichnung f und für den letzteren die Bezeichnung s eingeführt sein; dabei besitzt f einen positiven Werth, wenn, wie es in der Regel der Fall ist, F hinter der Metatarsalaxe M liegt, dagegen hat s einen positiven Werth, wenn die Schwerlinie durch S_2 vor der Sprunggelenkaxe F vorbeizieht. Sind insbesondere f und s gleich groß und beide positiv, so geht die Schwerlinie durch die Metatarsalaxe, d. h. der Schwerpunkt befindet sich genau vertical über derselben. Ist dagegen s von f verschieden, so liegt der Schwerpunkt S_2 entweder vor oder hinter der durch die Metatarsalaxe gelegten Frontalebene, je nachdem s größer oder kleiner als f ist. In jedem Falle wird der Abstand des Körperschwerpunktes von dieser Frontalebene durch die Differenz der beiden Größen s und f gemessen.

Führt man die angegebenen Bezeichnungen ein, so erhalten dadurch die beiden Gleichungen die einfachere Form:

$$M_1 \cdot \varphi_1'' + M_{1,2} \cos\psi \cdot \varphi_2'' = D - Gf,$$

$$M_{1,2} \cos\psi \cdot \varphi_1'' + M_2 \cdot \varphi_2'' = -D + Gs.$$

Die Auflösung der Gleichungen nach den Unbekannten φ_1'' und φ_2'' ergibt nun das Resultat:

$$\varphi_1'' = \frac{D\,(M_2 + M_{1,2}\cos\psi) - G\,(f\cdot M_2 + s\cdot M_{1,2}\cos\psi)}{M_1 M_2 - M_{1,2}^2\cos^2\psi},$$

$$\varphi_2'' = \frac{-D\,(M_1 + M_{1,2}\cos\psi) + G\,(s\cdot M_1 + f\cdot M_{1,2}\cos\psi)}{M_1 M_2 - M_{1,2}^2\cos^2\psi}.$$

Da $\cos\psi$ höchstens den Werth $+1$ annehmen kann, so besitzt in diesen beiden Formeln der Nenner stets einen positiven Werth; davon kann man sich leicht durch Einsetzen der Producte ml_1^2, $m(\varkappa_2^2 + r_2^2)$ und $ml_1 r_2$ für M_1, M_2 und $M_{1,2}$ überzeugen. Das Vorzeichen der Winkelbeschleunigungen φ_1'' und φ_2'' richtet sich also ausschließlich nach dem Vorzeichen des Zählers in den Formeln. Man erhält daher für jede Bewegung aus einer Ruhehaltung folgendes allgemein gültige Kriterium über die Richtung der eintretenden Drehungen: Die Winkelbeschleunigung φ_1'' des ersten Abschnittes ist positiv, null oder negativ, je nachdem das resultirende Drehungsmoment D der Muskeln größer, gleich oder kleiner als der Ausdruck

$$G\,\frac{f\cdot M_2 + s\cdot M_{1,2}\cos\psi}{M_2 + M_{1,2}\cos\psi}$$

ist. Dagegen ist die Winkelbeschleunigung φ_2'' des zweiten Abschnittes positiv, null oder negativ, je nachdem das resultirende Drehungsmoment D der Muskeln kleiner, gleich oder größer als der Ausdruck

$$G\,\frac{s\cdot M_1 + f\cdot M_{1,2}\cos\psi}{M_1 + M_{1,2}\cos\psi}$$

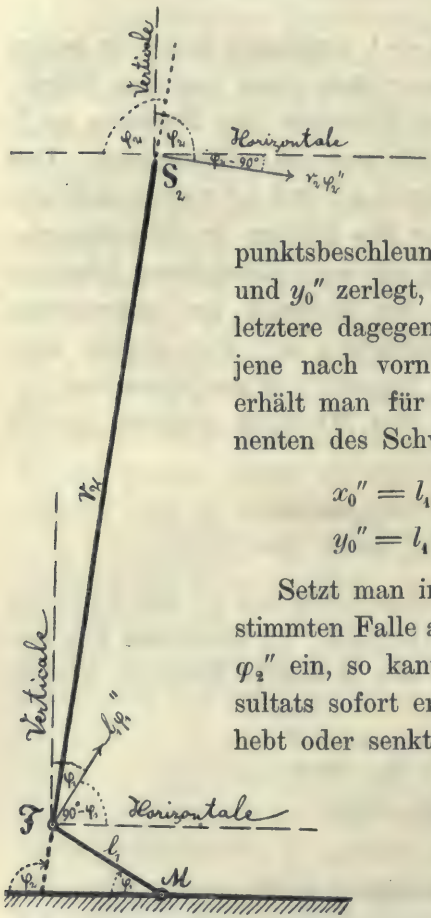
ist.

Eine Drehung und Winkelbeschleunigung wurde positiv oder negativ genannt, je nachdem sie von der rechten Körperseite aus gesehen im Sinne oder im umgekehrten Sinne wie die Drehung des Uhrzeigers stattfindet.

Die Formeln für die beiden Winkelbeschleunigungen ermöglichen nun auch die Berechnung der Beschleunigung γ, welche der Schwerpunkt S des Körpers von einer beliebigen Ruhehaltung aus erfährt.

Die Beschleunigung γ setzt sich in diesem Falle nur aus den beiden Tangentialbeschleunigungen $l_1 \varphi_1''$ und $r_2 \varphi_2''$ zusammen, von denen die erste senkrecht zur Längsaxe MF des ersten, und die zweite senkrecht zur Längsaxe FS des zweiten Abschnittes gerichtet ist. Gegen die nach vorn gerichtete Horizontale ist daher die erstere um den Winkel $90^0 - \varphi_1$, die letztere um den Winkel $\varphi_2 - 90^0$, bezw. bei spitzem Winkel φ_2 um $90^0 - \varphi_2$ geneigt; mit der nach oben gerichteten Verticalen bildet dagegen die erstere den Winkel φ_1 und die letztere den Winkel φ_2 (Fig. 3).

Fig. 3.



Denkt man sich daher die Schwerpunktsbeschleunigung γ in zwei Componenten x_0'' und y_0'' zerlegt, von denen die erste horizontal, die letztere dagegen vertical gerichtet ist, und rechnet jene nach vorn und diese nach oben positiv, so erhält man für die beiden Beschleunigungscomponenten des Schwerpunktes die Werthe

$$x_0'' = l_1 \varphi_1'' \cdot \sin \varphi_1 + r_2 \varphi_2'' \cdot \sin \varphi_2,$$
$$y_0'' = l_1 \varphi_1'' \cdot \cos \varphi_1 + r_2 \varphi_2'' \cdot \cos \varphi_2.$$

Setzt man in diesen Formeln die in einem bestimmten Falle ausgerechneten Werthe von φ_1'' und φ_2'' ein, so kann man aus dem Vorzeichen des Resultats sofort entscheiden, ob der Schwerpunkt sich hebt oder senkt, und ob er dabei gleichzeitig nach vorn oder hinten wandert. Bei reiner Erhebung des Schwerpunktes ohne Bewegung nach vorn oder hinten muss sich beispielsweise für y_0'' ein positiver Werth, dagegen für x_0'' der Werth Null ergeben u. s. w.

Man kann schließlich auch mit Hülfe der beiden Beschleunigungscomponenten die genaue Richtung angeben, in welcher sich der Schwerpunkt aus einer Ruhehaltung heraus im Anfang fortbewegt. Bezeichnet man den Winkel, welchen diese Bewegungsrichtung mit

der nach vorn gerichteten Horizontalen bildet, mit ε, so hat man ohne weiteres $tg\,\varepsilon = \frac{y_0''}{x_0''}$. Dieser Quotient lässt sich nach dem Einsetzen der Werthe für x_0'' und y_0'' auf die Form bringen

$$tg\,\varepsilon = \frac{l_1 \frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} \cos\varphi_1 + r_2 \cos\varphi_2}{l_1 \frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} \sin\varphi_1 + r_2 \sin\varphi_2},$$

woraus zu erkennen ist, dass der Winkel ε nur von dem Verhältniss der beiden Winkelbeschleunigungen abhängt.

Durch die bisher angeführten Formeln wird man also in den Stand gesetzt, für jede Ruhehaltung des menschlichen Körpers einerseits anzugeben, in welcher Weise sich das Drehungsmoment der Muskeln verändern muss, damit Bewegung der beiden Abschnitte in einem bestimmten Drehungssinne erfolgt, und anderseits zu entscheiden, welche Bewegung der beiden Abschnitte und des Körperschwerpunktes eintritt, wenn ein bestimmter Muskel sich contrahirt. Insbesondere lässt sich sofort die Frage beantworten, ob bei einer bestimmten Haltung des Körpers die Fersen durch Contraction geeigneter Muskeln vom Boden gelöst werden können oder nicht; denn hierzu ist ja nur erforderlich, dass die Winkelbeschleunigung φ_1'' einen positiven Werth annimmt. Wie lange es danach dauert, bis sich die Fersen wieder auf den Boden aufsetzen, kommt dabei gar nicht in Betracht.

Um diese und andere Fragen zu entscheiden, hat man nur noch nöthig, die Werthe von M_1, M_2 und $M_{1,2}$ zu berechnen. Unter Zugrundelegung der Resultate früherer Messungen, welche sich auf die Dimensionen, Gewichte, Schwerpunktslagen und Trägheitsmomente [1]) der einzelnen Körpertheile des Menschen beziehen, erhält man die umstehende Tabelle.

Zur Erläuterung derselben diene folgendes. Die Gewichte sind im terrestrischen Maßsystem in Gramm ausgedrückt. Aus den Gewichtszahlen erhält man die zugehörigen Massenzahlen, wenn man die ersteren durch die Zahl 981,11 für die Schwerebeschleunigung dividirt. Auf diese Weise sind die Zahlen in der zweiten Spalte entstanden.

---

1) Abhandl. d. mathem.-phys. Classe der Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch., Bd. XV, Nr. VII und Bd. XVIII, Nr. VIII.

Körpertheile	Gewicht in g	Massenzahl	Trägheitsradius i. B. a. die zur Medianebene senkrechte Axe durch d. Schwerpunkt d. Körpertheils in cm	Abstand des Schwerpunktes des Körpertheils von der Axe des oberen Sprunggelenks in cm	Trägheitsmoment d. Körpertheils i. B. a. d. Axe d. oberen Sprunggelenks
Rumpf mit Kopf	27710	28,24	23,4	113,5	379258
Ganze obere Extremität	3615	3,68	21,2	98,5	37358
Oberschenkel	6450	6,57	12,4	65,3	29025
Unterschenkel	2935	2,99	10,4	24,3	2089

Aus dem Trägheitsradius $\varkappa$ eines Körpertheils in Bezug auf die zur Medianebene senkrechte Axe durch den Schwerpunkt des Körpertheils, und aus dem Abstand r dieses Schwerpunktes von der Sprunggelenkaxe F erhält man das Trägheitsmoment des Körpertheils in Bezug auf die gleiche Axe, indem man die Masse des Körpertheils mit der Summe der Quadrate von $\varkappa$ und r multiplicirt. Die Resultate dieser Berechnung sind in der letzten Spalte der Tabelle niedergelegt worden.

Das Trägheitsmoment M_2 des ganzen Körpers ohne Füße gewinnt man hieraus durch Addition der Trägheitsmomente für die einzelnen Körpertheile, wobei natürlich die Trägheitsmomente der oberen Extremität und des Ober- und Unterschenkels zweimal in Rechnung zu ziehen sind. Auf diese Weise erhält man für M_2 den Werth 516202.

Zur Berechnung des Products ml_1^2, welches durch M_1 bezeichnet wurde, hat man zu beachten, dass der Abstand l_1 zwischen der Sprunggelenk- und der Metatarsalaxe bei dem zu Grunde gelegten Individuum 15 cm betrug. Als Massenzahl des Gesammtkörpers erhält man aus der obigen Tabelle, unter Vernachlässigung der Masse der Füße, 54,72. Demnach ergibt sich für M_1 der Werth 12312.

Der Abstand r_2 des Gesammtschwerpunktes des Körpers von der Sprunggelenkaxe F betrug bei dem betreffenden Individuum 86 cm. Demnach besitzt das durch $M_{1,2}$ bezeichnete Product ml_1r_2 den Werth 70589.

Setzt man diese Zahlenwerthe in den für das Vorzeichen von φ_1'' maßgebenden Ausdruck ein und kürzt zur Vereinfachung den Quotient mit $M_{1,2}$, so erhält man das bestimmte Resultat, dass die Fersen vom Boden abgelöst werden, sobald das resultirende

Drehungsmoment D der Muskeln einen größeren Werth besitzt als der Ausdruck

$$G \frac{f \cdot 7{,}312 + s \cdot \cos \psi}{7{,}312 + \cos \psi}.$$

Dabei bedeutet G das Gewicht des Körpers, f den Abstand der durch die Sprunggelenkaxe gehenden Frontalebene von der Metatarsalaxe, s den nach vorn positiv gerechneten Abstand des Körperschwerpunktes von der Frontalebene durch die Sprunggelenkaxe und ψ den Winkel, welchen die durch den Körperschwerpunkt und die Sprunggelenkaxe gehende Ebene mit der Rückwärtsverlängerung der die Sprunggelenk- und die Metatarsalaxe verbindenden Ebene bildet.

Es soll gleich an dieser Stelle die principiell wichtige Thatsache hervorgehoben werden, dass, wenn die obige Bedingung erfüllt ist, die Ablösung der Fersen ausschließlich als Wirkung der Contraction von Muskeln, die über das Sprunggelenk hinwegziehen, eintritt, und nicht etwa eine Folge von Schleuderungen ist, da ja Winkelgeschwindigkeiten zuerst noch gar nicht vorhanden sind. Auch kann man sich fernerhin leicht davon überzeugen, dass der Factor von G für alle in Frage kommenden Ruhehaltungen des Körpers einen positiven Werth besitzt; denn selbst bei negativem s oder $\cos \psi$ wird doch immer das erste Glied sowohl im Zähler als auch im Nenner an Größe das zweite übertreffen. Daraus geht aber hervor, dass in jedem Falle das resultirende Drehungsmoment D der Muskeln einen positiven Werth besitzen muss. Befinden sich außer der Wadenmuskulatur beim Ablösen der Fersen auch vordere Muskeln, wie der M. tibialis anterior, in Contraction, so muss also das Drehungsmoment der ersteren das der letzteren an Größe um D übertreffen.

Soll gleichzeitig die Anfangsbewegung des zweiten Abschnittes angegeben werden, so erhält man beim Einsetzen der Zahlenwerthe für M_1 und $M_{1,2}$ das bestimmte Resultat, dass der um die gemeinsame Sprunggelenkaxe drehbare Abschnitt, d. h. also der Körper ohne die Füße, sich relativ zum Sprunggelenk nach vorn oder hinten neigt, je nachdem das resultirende Drehungsmoment D der Muskeln kleiner oder größer als

$$G \frac{s \cdot 0{,}174 + f \cdot \cos \psi}{0{,}174 + \cos \psi}$$

ist. Besteht dagegen Gleichheit beider Größen, so führt der ganze zweite Abschnitt eine Translationsbewegung nach Maßgabe der Bewegung der Sprunggelenkaxe aus, ohne dass dabei die Längsaxe desselben ihre Richtung im Raume änderte.

Endlich erhält man für das Größenverhältniss der beiden Winkelbeschleunigungen, welches auch bei der Beurtheilung der Beschleunigungsrichtung des Körperschwerpunktes in Frage kommt, die bestimmte Formel

$$\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} = \frac{D\,(7{,}312 + \cos\psi) - G\,(f \cdot 7{,}312 + s \cdot \cos\psi)}{-D\,(0{,}174 + \cos\psi) + G\,(s \cdot 0{,}174 + f \cdot \cos\psi)}.$$

Es sollen nun einige specielle Fälle in Betracht gezogen werden.

I. Fall: Der Körperschwerpunkt liege vertical über der Metatarsalaxe. In diesem Falle sind die Strecken f und s beide positiv und gleich lang; man kann also s durch f ersetzen. Zum Ablösen der Fersen ist dann nach dem angegebenen Kriterium nur nöthig, dass $D > Gf$ ist. Ist diese Bedingung erfüllt, so heben sich nicht nur die Fersen vom Boden ab, sondern es dreht sich auch der zweite Abschnitt in negativem Sinne, d. h. der Oberkörper bewegt sich relativ zur Axe des Sprunggelenks gleichzeitig nach hinten; es richtet sich also der ursprünglich nach vorn geneigte Körper auf. Dies bestätigen auch die photographischen Aufnahmen des Ablösungsvorganges von Grützner[1]). Damit ist natürlich noch nicht gesagt, dass auch der Körperschwerpunkt im Raume nach hinten wandert; denn die Sprunggelenkaxe erfährt ja beim Ablösen der Ferse eine Bewegung, die nicht nur nach oben, sondern auch etwas nach vorn gerichtet ist. Soviel ist aber a priori klar, dass der Schwerpunkt sich hebt, denn sowohl die Drehung der Füße im Sinne des Uhrzeigers, als auch die entgegengesetzte Drehung des übrigen Körpers tragen zu einer anfänglichen Hebung des Schwerpunktes bei. Es wäre nur noch zu untersuchen, ob die horizontale Beschleunigungscomponente x_0'' des Schwerpunktes dabei verschwindet, so dass der Winkel ε ein rechter Winkel ist, oder ob ε einen von 90° verschiedenen Werth annimmt.

Zur Beurtheilung dieser Frage ist zunächst der Werth des

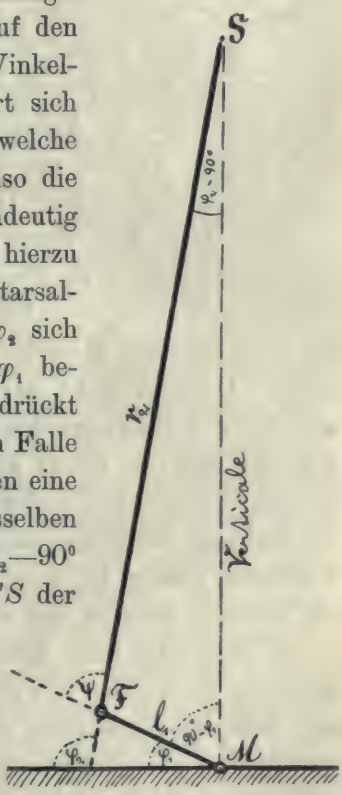
1) A. a. O., Fig. 10, S. 630.

Verhältnisses der beiden Winkelbeschleunigungen zu bestimmen. Die in Betracht kommende, oben allgemein angegebene Formel vereinfacht sich infolge der Gleichheit von s und f sehr wesentlich, da im Zähler und Nenner die Differenz $D—Gf$, welche ja einen von Null verschiedenen Werth besitzen muss, als Factor auftritt und sich daher fortkürzt. Man erhält auf diese Weise die einfache Formel

$$\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} = - \frac{7{,}312 + \cos\psi}{0{,}174 + \cos\psi},$$

die für die Bewegung aus irgend einer Ruhehaltung, bei welcher der Körperschwerpunkt vertical über der Metatarsalaxe liegt, Gültigkeit hat. Es ist insbesondere zu beachten, dass in diesem Falle die Größe des resultirenden Drehungsmomentes der Muskeln keinen Einfluss auf den Werth des Verhältnisses der beiden Winkelbeschleunigungen besitzt. Dagegen ändert sich dieses Verhältniss mit der Ausgangsstellung, welche jetzt schon durch den Winkel ψ, d. h. also die Differenz der beiden Winkel φ_2 und φ_1 eindeutig charakterisirt wird. Der Winkel ψ reicht hierzu allein aus, weil bei vertical über der Metatarsalaxe stehendem Schwerpunkt der Winkel φ_2 sich in enger Abhängigkeit von dem Winkel φ_1 befindet, und daher durch denselben ausgedrückt werden kann. Es bilden nämlich in diesem Falle die drei Punkte M, F, S ein Dreieck, dessen eine Seite vertical steht, so dass zwei Winkel desselben direct gleich den Winkeln $90^0—\varphi_1$ und $\varphi_2—90^0$ sind, um welche die Längsaxen MF und FS der beiden Abschnitte gegen die Verticale geneigt sind (Fig. 4). Dem ersteren liegt die Seite r_2, dem letzteren dagegen die Seite l_1 gegenüber, so dass man nach dem Sinussatze zwischen den Winkeln φ_1 und φ_2 die Beziehung hat:

Fig. 4.



$$\cos\varphi_1 : -\cos\varphi_2 = r_2 : l_1.$$

Da $l_1 = 15$ cm und $r_2 = 86$ cm, so folgt hieraus zur Berechnung von φ_2 die Formel

$$\cos \varphi_2 = -0{,}174 \cdot \cos \varphi_1.$$

In dem gewöhnlichen Falle, wo die Fersen zunächst auf dem Boden aufstehen und bei der Bewegung abgelöst werden, beträgt der Winkel φ_1, den die Längsaxe MF des Fußes mit der Horizontalebene bildet, nach Messungen am Lebenden angenähert 25°. Mit Hülfe der obigen Formel ergibt sich daher für φ_2 der Werth 97°, und hieraus für ψ der Werth 72°. Da cos 72° = 0,309, so ergibt sich weiter nach der Formel für das Verhältniss der beiden Winkelbeschleunigungen φ_1'' und φ_2'' im Moment des Ablösens der Fersen vom Boden der Werth — 15,8. Das heißt also: die Winkelbeschleunigung der beiden Füße, welche im positiven Drehungssinne stattfindet, ist rund 15 mal so groß als die im entgegengesetzten Sinne stattfindende Winkelbeschleunigung des übrigen Körpers. Der letztere dreht sich also im Anfang des Ablösens um einen kleinen Winkel nach hinten, welcher nur 6 % von dem Winkel beträgt, den gleichzeitig die Füße bei ihrer Drehung um die Metatarsalaxe beschreiben.

Setzt man den Werth — 15,8 des Verhältnisses der Winkelbeschleunigungen in die Formel für tg ε ein und beachtet, dass cos 25° = 0,906; cos 97° = — 0,122; sin 25° = 0,423 und sin 97° = 0,993 ist, so erhält man schließlich für tg ε abgerundet den positiven Werth + 15. Daraus geht also hervor, dass die Beschleunigung, welche der Körperschwerpunkt beim Ablösen der Fersen im Anfang erhält, nicht genau vertical nach oben, sondern zugleich etwas nach vorn gerichtet ist. Der Winkel, um welchen die Richtung der Schwerpunktsbeschleunigung gegen den horizontalen Fußboden geneigt ist, beträgt abgerundet 86°, und daher der Winkel, um welchen dieselbe von der Verticalen nach vorn abweicht, nur 4°.

Es wird also beim Erheben auf die Zehen aus einer Haltung des Körpers, bei welcher der Schwerpuukt senkrecht über der Metatarsalaxe liegt, die Schwerlinie gleich zu Anfang etwas vor die Metatarsalaxe gebracht, vorausgesetzt, dass die beiden Abschnitte des Körpers sich während der Bewegung wie starre Massen verhalten. Dieses Wandern der Schwerlinie nach vorn hat schon Grützner[1]) mit Hülfe

1) A. a. O., S. 634 u. 635.

einer sehr sinnreichen Methode empirisch gefunden. Da der Schwerpunkt beim Stehen auf dem ebenen Fußboden dann immer noch durch die Zehen unterstützt ist, so fällt der Körper deshalb nicht nach vorn über; denn er kommt ja zunächst immer noch durch Gleichgewichtslagen hindurch. In diesem Sinne hat R. du Bois-Reymond[1]) Recht, wenn er angibt, dass es sich bei dem Stehen mit erhobenen Fersen nicht um labile, sondern um stabile Gleichgewichtslagen handelt.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Fußballen auf der Kante eines dreiseitigen Klotzes ausruhen. In diesem Falle wird beim Ablösen der Fersen die Schwerlinie gleich zu Anfang aus der Unterstützungsfläche heraus nach vorn treten, und der Körper müsste daher unfehlbar nach vorn überfallen, wenn nicht auf andere Weise dafür gesorgt würde, dass der Schwerpunkt wieder eine geringe Beschleunigung nach rückwärts erfährt, welche die nach vorn gerichtete horizontale Beschleunigungscomponente x_0'' gerade ausgleicht. Dies kann nur durch Muskeln geschehen, die auf einen der beiden zunächst als starr aufgefassten Abschnitte des Körpers deformirend einwirken, also z. B. eine Veränderung der Gelenkstellung in einem Gelenk hervorrufen, das in das Innere eines der beiden Abschnitte hineinfällt. Ob dabei die Zehenbeuger in Action treten, wie R. du Bois-Reymond annimmt, ist freilich eine andere Frage, die ich vorläufig nicht zu entscheiden wage. Eine Rückwärtsbeschleunigung des Körperschwerpunktes könnte jedenfalls auch durch die Contraction von über das Kniegelenk, das Hüftgelenk oder z. B. auch das Schultergelenk hinwegziehenden Muskeln hervorgebracht werden. Wie dem auch sei, so viel ist sicher, dass in dem Falle, wo die beiden Abschnitte des Körpers sich vollkommen steif verhalten und die Fußballen auf einer vertical unter dem Schwerpunkt befindlichen Kante aufruhen, die Ablösung der Fersen vom Boden ein Vornüberfallen des ganzen Körpers zur Folge hat. Man braucht nur den Versuch zu machen, mit steifem Körper auf der Kante eines dreiseitigen Klotzes die Fersen zu erheben, um sich von dem Bestreben des Körpers, nach vorn überzufallen, sofort zu überzeugen. Dieselbe Beobachtung kann man auch machen, wenn man beim Stehen auf dem ebenen Fußboden zunächst den Körper so weit nach vorn neigt, bis der Schwerpunkt gerade

1) A. a. O., S. 87.

noch durch die vorderen Partien der Zehen unterstützt ist, und dann die Fersen vom Boden ablöst.

Mit Hülfe der aufgestellten Formeln lässt sich in ganz gleicher Weise der Fall behandeln, dass der Körper aus irgend einer Ruhehaltung mit schon erhobenen Fersen, bei welcher naturgemäß der Schwerpunkt vertical über der Metatarsalaxe liegt, in Bewegung gesetzt werden soll. Man kann dann sowohl nach den Bedingungen des weiteren Erhebens, als auch nach denen des Senkens der Fersen fragen. In den Formeln ist dabei der Werth von ψ einzusetzen, durch welchen die betreffende Ausgangshaltung charakterisirt ist. Die Durchführung specieller Beispiele kann aus Mangel an Raum hier nicht gegeben werden; sie unterliegt aber nach der Behandlung des Falles $\psi = 72°$ durchaus keinen Schwierigkeiten.

II. Fall: Der Körperschwerpunkt liege vertical über der gemeinsamen Axe der oberen Sprunggelenke. Dieser Fall ist dadurch charakterisirt, dass die Strecke s den Werth Null besitzt. Zum Ablösen der Fersen ist dann nach dem früher angegebenen Kriterium erforderlich, dass $D > Gf \frac{7{,}312}{7{,}312 + \cos\psi}$ ist. Wenn, wie es ja in diesem Falle vorausgesetzt wird, die Längsaxe FS des zweiten Abschnittes vertical steht, so ist, wie man leicht erkennt, der Winkel ψ das Complement zu φ_1 und also $\cos\psi = \sin\varphi_1$. Da beim Aufstehen mit der ganzen Sohle auf horizontalem Boden $\varphi_1 = 25°$ ist, so hat man also hier $\psi = 65°$, und als Bedingung für das Ablösen der Fersen: $D > Gf \cdot 0{,}945$. Dagegen erfährt nach dem früheren Kriterium der zweite Abschnitt eine positive oder negative Winkelbeschleunigung, je nachem D kleiner oder größer als $Gf \frac{\cos\psi}{0{,}174 + \cos\psi}$, d. h. also im vorliegenden Falle als $Gf \cdot 0{,}709$ ist. Wenn nun D größer als $Gf \cdot 0{,}945$ ist, so wird nothwendiger Weise die Ferse vom Boden abgelöst. Da aber gleichzeitig dann D auch größer als $Gf \cdot 0{,}709$ ist, so erfährt dabei der zweite Abschnitt eine negative Winkelbeschleunigung, d. h. der Körper neigt sich nach hinten. Man sieht also, dass nicht nur ein Ablösen der Fersen möglich ist, sondern dass hierzu sogar ein kleineres resultirendes Drehungsmoment, und damit eine etwas geringere Spannung der betheiligten Muskeln gehört als im Falle des Fersen-

ablösens bei vertical über der Metatarsalaxe liegendem Schwerpunkt.

Dass die Fersen auch bei vertical über der Sprunggelenkaxe befindlichem Schwerpunkt etwas abgehoben werden können, hat schon Ewald[1]) richtig erkannt.

Ferner gibt auch R. du Bois-Reymond[2]) an, dass er schon von Gad auf die Möglichkeit des momentanen Lüftens der Fersen vom Boden in einer Stellung, bei welcher die Schwerlinie hinter der Metatarsalaxe die Unterstützungsfläche trifft, hingewiesen worden ist. Es wäre daher gar nicht nöthig, diese Thatsache so besonders hervorzuheben, wenn sie nicht unterdess von L. Hermann direct in Abrede gestellt worden wäre. Hermann stellt den Satz[3]) auf: »Ein System, welches eine Drehaxe hat (hier die Capitula metatarsi) und dessen Schwerpunkt nicht über der Drehaxe liegt, aber unterstützt ist (hier durch die Fersen), kann unmöglich durch eigene Kräfte sich resp. seinen Schwerpunkt auch nur im Geringsten aus seiner Lage erheben.« Es bedarf wohl nach den bisherigen Auseinandersetzungen keines weiteren Beweises dafür, dass in dieser Form der Satz keine Geltung beanspruchen kann. Es waren daher Grützner und A. Fick vollkommen im Rechte, als sie gegen denselben Einspruch erhoben. Grützner ersetzt das letzte Wort des Hermann'schen Satzes durch die Worte[4]): »langsam erheben, so dass es in den verschiedenen Stellungen stehen bleiben kann« und macht dadurch den Satz einwandsfrei. A. Fick[5]) weist außerdem nach, dass auch in dem Falle, wo der Schwerpunkt vertical über dem Sprunggelenk liegt, der Zug der Wadenmuskeln sehr wohl ein größeres Drehungsmoment am Fuße ausüben kann als das Körpergewicht im entgegengesetzen Sinne, und gibt an, dass dann der Fuß sich durch Drehung um die Metatarsusköpfchen hebt. Unter Anwendung der bisher verwendeten Bezeichnungen werden also nach A. Fick erst dann die

---

1) J. R. Ewald, Die Hebelwirkung des Fußes, wenn man sich auf die Zehen erhebt. Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. LIX, S. 251.

2) R. du Bois-Reymond, Die Hebelwirkung des Fußes, wenn man sich auf die Zehen erhebt. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Physiol. Abth., 1895, S. 279.

3) L. Hermann, Die Ablösung der Ferse vom Boden. Archiv. f. d. ges. Physiol. Bd. LXII. S. 604. 4) A. a. O., S. 624.

5) A. Fick, Bemerkungen zur Mechanik zur Erhebung auf die Zehen. Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. LXXV, S. 341.

Fersen vom Boden abgelöst werden, wenn $D > Gf$. In dieser Angabe könnte vielleicht ein Widerspruch mit der obigen Bedingung, dass D nur größer als Gf. 0,945 zu sein braucht, gefunden werden. Ein solcher Widerspruch besteht aber nicht im Geringsten. Die Angabe von A. Fick ist für den von ihm in Betracht gezogenen Fall vollkommen correct. Er nimmt nämlich der Einfacheit halber an, dass die Längsaxe MF des Fußes horizontal gerichtet ist, so dass dem Winkel φ_1 der Werth Null und dem Winkel ψ der Werth 90° zukommen würde; dieser Fall ließe sich etwa so verwirklichen, dass man mit den Füßen auf einer um 25° gegen den Horizont ansteigenden schiefen Ebene steht, und bei vertical über der Sprunggelenkaxe befindlichem Schwerpunkt die Ferse vom Boden abzulösen sucht. Da hierbei cos ψ den Werth Null besitzt, so erhält man nach dem Früheren gerade als Bedingung für das Ablösen $D > Gf$.

Man könnte nun vielleicht im Zweifel sein, ob der Schwerpunkt im vorliegenden Falle beim Ablösen der Fersen gehoben wird. Dass dies wirklich stattfindet, davon kann man sich jedoch ohne alle Rechnung überzeugen. Die positive Winkelbeschleunigung des ersten Abschnittes theilt nämlich, wie man sofort erkennt, dem Schwerpunkt eine nach aufwärts gerichtete verticale Beschleunigungscomponente mit, welche durch keine andern ausgeglichen werden kann; denn die Winkelbeschleunigung des zweiten Abschnittes ertheilt infolge der verticalen Stellung der Längsaxe FS dem Schwerpunkte im Anfang nur eine Horizontalbeschleunigung.

Um die genaue Richtung der resultirenden Schwerpunktsbeschleunigung abzuleiten, hat man zunächst wieder den Werth von $\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''}$ festzustellen. Entsprechend $s = 0$ gilt jetzt für dieses Verhältniss die Formel

$$\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} = -\frac{D\,(7{,}312 + \cos\psi) - Gf \cdot 7{,}312}{D\,(0{,}174 + \cos\psi) - Gf \cdot \cos\psi}.$$

Da in derselben das resultirende Drehungsmoment D der Muskeln noch vorkommt, so kann man den Werth des Verhältnisses der Winkelbeschleunigungen durch Aenderung der Muskelspannungen in bestimmter Weise variiren. Für $\psi = 65°$ geht die Formel über in

$$\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} = -\frac{D \cdot 7{,}735 - Gf \cdot 7{,}312}{D \cdot 0{,}597 - Gf \cdot 0{,}423}.$$

Um einen bestimmten Fall herauszugreifen, der sich leicht rechnerisch verfolgen lässt, sei angenommen, dass $D = Gf$. Dann wird nach dem obigen Kriterium die Ferse vom Boden abgelöst werden, da zum Ablösen nur erforderlich ist, dass $D > Gf \cdot 0{,}945$. Das Verhältniss der Winkelbeschleunigungen nimmt dabei den Werth $-2{,}4$ an. Beachtet man, dass φ_2 im vorliegenden Falle ein rechter Winkel ist, so erhält man weiterhin für $tg\,\varepsilon$ nach der Formel auf Seite 147 den Werth $-0{,}46$, und für ε selbst den abgerundeten Werth 155°. Die Beschleunigung, welche in diesem Falle der Schwerpunkt erfährt, ist also nach hinten und oben gerichtet, wobei sie allerdings den verhältnissmäßig großen Winkel von 65° mit der Verticalen bildet; ihre nach oben gerichtete verticale Componente beträgt etwa nur die Hälfte, genauer 46 % von der nach hinten gerichteten horizontalen Componente. Da im ersten Fall, wo der Schwerpunkt vertical über der Metatarsalaxe stand, auch keine genau verticale, sondern eine nach oben und vorn gerichtete Beschleunigung des Schwerpunktes vorhanden war, so besteht gar kein principieller Unterschied zwischen dem Beginn der Ablösung der Ferse in jenem Falle und dem eben betrachteten, wo der Schwerpunkt vertical über der Sprunggelenkaxe liegt. Ein wesentlich verschiedenes Verhalten zeigt der Körper erst im weiteren Verlauf der Bewegung; denn da die Schwerlinie nicht mehr unterstützt ist, sobald die Fersen sich etwas vom Boden abgelöst haben, so kann natürlich der Körper nicht in einer beliebigen Bewegungsphase zum Stillstand gebracht werden, wie es im ersten Fall möglich war. Dies ist aber auch meines Wissens von Niemand behauptet worden.

Es dürfte interessant sein, zu erfahren, wie sich die Richtung der Schwerpunktsbeschleunigung bei größeren Werthen des resultirenden Drehungsmomentes D der Muskeln stellt. Nimmt man z. B. an, dass das letztere doppelt so groß ist, als das Drehungsmoment Gf der Schwere, so wird $\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''} = -10{,}6$, ferner $tg\,\varepsilon = -7{,}69$ und $\varepsilon = 97\frac{1}{2}°$. Die Beschleunigung des Schwerpunktes ist also jetzt nahezu vertical gerichtet; sie bildet nur noch einen Winkel von $7\frac{1}{2}°$ mit der Verticalen. Würde man mit den Muskeln ein Drehungsmoment ausüben können, welches so groß ist, dass ihm gegenüber das Drehungsmoment der Schwere gar nicht in Betracht käme, so würde $\frac{\varphi_1''}{\varphi_2''}$ den

Werth -13 und $tg\,\varepsilon$ den Werth $-50{,}3$ annehmen. Der Winkel ε wäre dann abgerundet 91°, so dass die Richtung der Schwerpunktsbeschleunigung nur um den Winkel von 1° nach rückwärts gegen die Verticale geneigt wäre, also mit ihr ziemlich genau zusammenfiele. Wenn man auch natürlich nicht im Stande ist, diesen extremen Fall zu verwirklichen, so zeigt doch das gewonnene Resultat ganz evident die Unhaltbarkeit des Hermann'schen Satzes, welcher ja ohne alle Einschränkung für jedes System, welches eine Drehaxe hat, ausgesprochen, und dessen Gültigkeit für diesen extremen Fall noch besonders hervorgehoben worden ist. An einer anderen Stelle[1]) gibt nämlich Hermann auf Grund seines Satzes ausdrücklich an, dass in der Brust-Wandstellung des Körpers selbst Muskeln vom Tausendfachen der vorhandenen Kraft nicht im Stande wären, die Fersen auch nur um 1 mm zu erheben.

Nach der Untersuchung der beiden extremen Fälle, wo der Schwerpunkt entweder vertical über der Metatarsalaxe oder über der Sprunggelenkaxe steht, wird man es wohl ohne weiteres verstehen, dass auch in jedem anderen Falle, in dem die Schwerlinie die Unterstützungsfläche zwischen den beiden Gelenkaxen durchschneidet, durch bloße Action von über das Sprunggelenk hinwegziehenden Muskeln die Fersen vom Boden abgelöst werden können. Natürlich werden dabei jedes Mal die Fersen sehr bald wieder auf den Boden aufgesetzt. Verharren kann man in einer Stellung mit abgelösten Fersen eben nur, wenn die Schwerlinie auch dann noch durch die Unterstützungsfläche hindurchgeht.

Der beschränkte Raum, welcher dem einzelnen Beitrag zu einer großen Festschrift zugemessen ist, gestattet es nicht, noch weitere Beispiele des Ablösens der Fersen aus dem Stand mit ganzer Fußsohle durchzuführen. An den beiden herausgegriffenen Fällen ist aber wohl auch schon zur Genüge gezeigt worden, in welcher Weise man die ganz allgemein gültigen Formeln verwenden kann, um sich die Antwort auf bestimmte Fragen zu verschaffen. Die Formeln ermöglichen aber auch noch die Lösung vieler anderen Probleme. So kann man auf dem beschriebenen Wege auch einen Einblick in den Anfang der Bewegung gewinnen, welche der Körper aus irgend einer

1) A. a. O., S. 605.

beliebigen Ruhehaltung mit schon erhobenen Fersen ausführt, sobald der Contractionszustand der betheiligten Muskeln in bestimmter Weise geändert wird. Dagegen geben die Formeln natürlich noch nicht die Mittel an die Hand, sich ein Urtheil über den Einfluss zu bilden, welchen im weiteren Verlaufe der Bewegung auch die Winkelgeschwindigkeiten und die davon abhängende Geschwindigkeit des Schwerpunktes auf die Drehungen der beiden Abschnitte ausüben.

Man kann sich aber nach den bisherigen Auseinandersetzungen auch leicht die hierzu nöthigen allgemeineren Formeln verschaffen. Zu diesem Zwecke braucht man nur noch die aus der Centripetalbeschleunigung der beiden Abschnitte herrührenden Componenten der Effectivkraft des Schwerpunktes S_2 bei der Aufstellung der Formeln in Rücksicht zu ziehen. Diese beiden Componenten besitzen bezüglich die Größen $m_2 l_1 \varphi_1'^2$ und $m_2 r_2 \varphi_2'^2$, unter φ_1' und φ_2' die Winkelgeschwindigkeiten der beiden Abschnitte verstanden; die erste Componente hat dieselbe Richtung wie die Längsaxe des ersten Abschnittes von F nach M, die zweite ist in der Längsaxe des zweiten Abschnittes von S_2 nach F gerichtet. Um den Umfang der Arbeit nicht noch wesentlich zu vergrößern, soll aber auf diese Bewegungsgleichungen nicht weiter eingegangen werden. Dieselben finden sich überdies für das allgemeine zweigliedrige System in einer früheren Arbeit[1]) von mir schon ausführlich abgeleitet. Es ist bei der vorliegenden Untersuchung grundsätzlich nur der Anfang der Bewegung in Betracht gezogen worden, wo von Geschwindigkeiten der beiden Abschnitte noch keine Rede ist, um a priori den Einwand zu entkräften, dass es sich beim Ablösen der Fersen aus der Ruhe um sogenannte »Schleuderungen« handele. Selbstverständlich kann man auch eine schleudernde Erhebung des Körpers hervorbringen: die hier angeführten Beispiele haben aber mit Schleuderungen nicht das Geringste zu thun. Es handelt sich vielmehr dabei um eine primäre Wirkung von Muskeln, die über das Sprunggelenk hinwegziehen, in erster Linie der Wadenmuskeln, sofern es sich um das Ablösen der

1) Beiträge zur Muskeldynamik. Erste Abhandlung: Ueber die Wirkungsweise eingelenkiger Muskeln. Abhandl. d. mathem.-phys. Classe d. Kgl. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. Bd. XXII, Nr. 2. 1895.

Fersen vom Boden oder um das Weitererheben derselben aus einer Gleichgewichtsstellung handelt, bei welcher die Fersen schon vom Boden abgelöst waren.

Zum Schluss mag noch eine allgemeine, vielleicht nicht ganz überflüssige Bemerkung über das Ablösen der Fersen bei verticaler Führung des Schwerpunktes gestattet sein. Wenn der Schwerpunkt auf irgend welche Weise in verticale Bewegung gezwungen wird, sich aber im übrigen ganz ungehindert in der Verticalen bewegen kann, so besitzt der Körper beim Erheben auf die Zehen dann nicht mehr, wie im Falle freier Beweglichkeit der beiden Abschnitte, zwei Grade, sondern nur noch einen Grad von Bewegungsfreiheit. Zur eindeutigen Charakterisirung einer beliebigen Stellung des Körpers braucht man dann nicht mehr zwei Winkel, sondern es genügt z. B. schon der Winkel φ_1, weil der Winkel φ_2 in bestimmter Weise von demselben abhängt. Desgleichen werden auch die Winkelgeschwindigkeit φ_2' und die Winkelbeschleunigung φ_2'' von vornherein durch die Winkelgeschwindigkeit φ_1' und die Winkelbeschleunigung φ_1'' bestimmt sein, und die Bewegung lässt sich schon durch eine einzige Gleichung erschöpfend darstellen. Man kann nun aber auch bei der Untersuchung dieses einfacheren Falles von dem bisher behandelten allgemeineren Falle freier Beweglichkeit des Schwerpunktes ausgehen. Der Zwang für die verticale Bewegung des Schwerpunktes kann stets als eine aus der Reaction der Führungsflächen herrührende und in horizontaler Richtung wirkende Kraft aufgefasst werden, welche gerade so groß ist, dass sie die horizontale Beschleunigung des Schwerpunktes verhindert. Da die letztere früher mit x_0'' bezeichnet wurde, so muss diese Kraft die Größe mx_0'', aber die entgegengesetzte Richtung wie x_0'' besitzen. Durch eine solche horizontale Kraft kann nun aber die verticale Beschleunigung y_0'' des Schwerpunktes in keiner Weise beeinflusst werden. Besitzt der Schwerpunkt im Falle freier Beweglichkeit eine vertical nach oben gerichtete Beschleunigungscomponente, so wird derselbe sich nach oben, und zwar mit dieser Beschleunigung, bewegen, sobald allein seine horizontale Bewegung durch eine Führung verhindert wird. Zeigt sich umgekehrt, dass unter gewissen Verhältnissen der Schwerpunkt des lebenden Körpers oder eines denselben darstellenden Modells bei verticaler Führung nach oben wandert, so wird er sich nothwendiger Weise ebenfalls nach

oben, und dabei vielleicht gleichzeitig nach vorn oder hinten bewegen, wenn der Zwang zur Verticalbewegung wegfällt, im übrigen aber die Verhältnisse sich nicht geändert haben. Man kann daher sehr wohl an einem Modell des Körpers mit verticaler Führung des Schwerpunktes nachweisen, ob unter gewissen Umständen der Schwerpunkt gehoben wird oder nicht.

Roger Bacon's Stellung in der Geschichte der Philologie.

Von

Ewald Flügel.

Leland Stanford Univ. Calif.

Ad inquisitionem tantarum rerum una aetas non sufficit. Comp. Studii 440.

Die Geschichten der Philologie haben nicht viel aus dem Mittelalter zu berichten. Wir haben die fleißige, aber lückenhafte Materialsammlung über die lateinischen Grammatiker von Thurot, die gelehrte Studie von Gustav Flügel über die grammatischen Schulen der Araber, den Entwurf einer wirklichen Geschichte der linguistischen Studien im Mittelalter von Benfey, den über das Mittelalter völlig ungenügenden Bericht von L. v. Urlichs; wir finden hie und da Bemerkungen über Dante's Schrift »De vulgari Eloquio«, eine Schrift, deren specieller Theil eine ausführliche Würdigung erfahren hat; aber die Namen von Johann v. Salisbury, Wilhelm v. Conches, Bernardus Sylvester und Roger Bacon werden in den Geschichten der Philologie nicht erwähnt.

Im Gegensatz zu diesem Schweigen finden wir Bacon's Bemerkungen de utilitatibus grammaticae in Bridges' neuester Ausgabe des Opus Majus mit dem Titel »Comparative Philology« geschmückt[1]), und M. Daunou[2]) erklärt begeistert, dass Roger Bacon den Versuch machte [de] comparer les vocabulaires, rapprocher les syntaxes, rechercher les rapports du langage avec la pensée, mesurer l'influence que le caractère, les

---

1) The Opus Majus of R. B., ed. J. H. Bridges, Oxford 1897, 1, LXXXIX.

2) Hist. Littéraire de la France 20, 233; bereits abgewiesen von Emile Charles, »R. B., sa vie, ses ouvrages, ses doctrines«, Paris 1861, p. 119: »Ces intentions conviennent mieux à un élève de Condillac qu'au disciple d'Averroès.«

mouvements, les formes si variées du discours exercent sur les habitudes et les opinions des peuples.

Um zu einer erneuten Prüfung der Ansprüche zu schreiten, welche Bacon hat in der Geschichte der mittelalterlichen Philologie erwähnt zu werden, wäre es nöthig, zunächst die Vorgeschichte philologischer Studien während des früheren Mittelalters zu geben, welche nicht möglich ist ohne wenigstens kurze Charakterisirung der philologischen Studien der frühesten christlichen Jahrhunderte.

Augustin und Hieronymus stehen an der Spitze der frühesten christlichen Philologen, nicht als unabhängige Denker und Forscher, sondern als Repräsentanten der linguistischen Lehren des Alterthums, als Vertreter der griechisch-römischen Traditionen auf der einen Seite und Meister biblischer Studien auf der anderen. Allgemeine Fragen, wie nach dem Ursprunge der Sprache treten bei ihnen in den Hintergrund; Augustin erklärt diese Frage für unnöthig und eitel (nimis curiosa et non nimis necessaria)[1]), als eine Frage außerdem, welche für ihn genügend durch die Bibel beantwortet ist. Mit scharfem Spott citirt er die verschiedenen Meinungen der Interpreten über den Ursprung der Worte, die so weit von einander abwichen wie die Meinungen der Traumdeuter[2]). Er kennt die Ansicht der Stoiker und Cicero's Kritik derselben, und bemerkt, dass die Ansicht derjenigen, welche verbum a verum boando ableiteten, vielleicht weiter von der Wahrheit entfernt sei, als alle Anderen. Selbst wenn die Sprache eine göttliche Offenbarung ist, menschlich nur insoweit das physiologische Material geht, so ist für Augustin die Verschiedenheit der Sprache ein göttlicher Fluch[3]), und die Schwierigkeiten, welche die Bibelerklärung darbietet, eine göttliche Strafe für menschlichen Hochmuth[4]). Der göttliche Wille bleibt verborgen, den der Mensch im günstigsten Falle nur ahnen kann.

Jedenfalls zu vermeiden ist der servitus miserabilis animae signa pro rebus accipere[5]); glücklich die Zeit, wenn linguae cessabunt[6]). Freilich nicht immer scheint Augustin die Sprachen als Zeichen des göttlichen Zornes aufzufassen und eine mildere Auffassung scheint

1) Principia Dialecticae c. 6, Opera ed. Migne 1, 1409 ff.
2) Ibidem. 3) Ibid. 4, 636.
4) Ibid., vgl. auch De Doctr. Christ. 2, 6.
5) De Doctr. Christ. 3, 5. 6) Ibid. 1, 39.

versteckt zu liegen[1]) unter den wirklich poetischen und schönen Aeußerungen über den Urzustand der einen Sprache[2]), über die Stimme Gottes, »der im Garten ging, da der Tag kühle worden war«[3]) und über die Kunst der 72 Apostel, die »in [72] Zungen« das eine Wort Gottes offenbaren[4]).

Hieronymus ist weniger Philosoph und Mystiker, als Sprachenkenner und Textkritiker. Sein Interesse an den Sprachen dreht sich um das Centrum der Bibelinterpretation; sein praktischer Zweck ist, die idiomata der verschiedenen Sprachen zu erkennen und diese Kenntniss zu verwerthen.

Die Kirchenväter der Folgezeit fügen wenig Neues zu dem von Augustin und Hieronymus Ausgesprochenen auf einem anderen Gebiete als dem der Interpretation; und die früheren kirchlichen Encyklopädiker Cassiodor, Isidor, Beda, Rhabanus Maurus etc. gehen nur insofern über Augustin und Hieronymus hinaus, als sie mehr oder weniger fleißig die römischen Nachfolger und Uebersetzer der griechischen Grammatiker ausbeuten, von denen die nachfolgenden Geschlechter bis auf die neueste Zeit nicht nur die Terminologie, sondern auch die Art und Weise der Betrachtung der sprachlichen Kategorien entnehmen: ich meine vor allen anderen Donat, Victorin und Priscian.

Die späteren Encyklopädiker hatten den directen Vortheil der Bearbeitung der aristotelischen Logik und Dialektik durch Boethius (vorbereitet bereits durch Augustin), welche anhaltenden Einfluss auf die späteren Perioden des Mittelalters ausübte.

Die philologischen Studien der dritten Periode, welche ihren geistigen Höhepunkt in der sogenannten mittelalterlichen Renaissance erreicht, sind im allgemeinen charakterisirt durch sklavische Abhängigkeit von den Alten, Mangel an jeder selbständigen Kritik, Zufriedenheit mit den überlieferten Lehren, mit der — allerdings reichen — Erbschaft des späteren Alterthums. Ein ganz besonderes Kennzeichen dieser Zeit ist das absolute Ueberwiegen der lateinischen Sprache und lateinischen Grammatik, und die Seltenheit von außerlateinischen Sprachkenntnissen, vor allem des Griechischen.

---

1) De Doctr. Christ. 2, 5. 2) Opera 3, 401.
3) De Genesi ad Litteram 8, 18; vgl. auch Isidor. Et. 9, 1, 11 etc.
4) Opera 5, 1230. 34. 45 etc.

Das technische Ideal ist die correcte Handhabung des Lateinischen, und das correcte Verständniss der lateinischen Werke, vor allem der Vulgata. Das Mittel zu diesem Zweck war ein mechanisches Studium besonders des Priscian, ein mechanisches Copiren seiner Definitionen und die weitschweifige Interpretation derselben.

Die hauptsächlichsten Repräsentanten dieser »Studien« sind: Remi d'Auxerre, Petrus Helias, Alexander de Villa Nova, Everard de Bethune, Robert Kilwardby[1]) und der Ausschreiber Vincent de Beauvais und die Lexicographen Papias, Hugutio, Brito und später Johannes de Janua[2]).

Ein Fortschritt der philologischen Studien konnte nicht von diesen Ausschreibern kommen, er musste von selbständigen Denkern ausgehen, welche nicht mit der Überlieferung zufrieden waren, welche ihre Inspiration und ihre Ideale nicht ausschließlich bei Donat und Priscian fanden, sondern entweder zum klassischen Alterthum selbst zurückgriffen, oder wenigstens bei den frühesten Kirchenvätern Methode lernten, oder schließlich selbständig zu denken wagten.

Die drei größten Namen dieser fortschrittlichen Bewegung sind diejenigen von Johann v. Salisbury, Roger Bacon und Dante.

Johann v. Salisbury hatte seinen philologischen Eifer von seinen großen Lehrern: Wilhelm v. Conches und Bernardus Sylvester[3]). Als Gelehrter ist er ein humanistischer Schüler der Alten, aber sein kritischer Geist ist durch seine Bewunderung des klassischen Alterthumes nicht unterdrückt und keinesfalls durch kirchlichen Autoritätsglauben eingeengt: Mit Spott gedenkt er der Zeit, in der er als Knabe gelehrt wurde, als spiritus ubique quaerebatur, littera nihil erat[4]); und mit offenbarer Liebe bezeichnet er die Lehrmethode des Bernardus (und seine Bemerkungen sind offenbar auch hier kritisch gegen die quidproquos der »vielfältigen« Schriftdeutung gerichtet): Vocabulorum simpliciter aperiantur significationes, littera suaviter excutienda, non more captivorum acerbe

1) Vgl. Thurot, Notices et Extraits etc., XXII. Paris 1868.

2) Von Thurot nicht behandelt.

3) Von diesen hatte er seine hohe Meinung vom Sprachstudium, Metal. Ic. 24; bereits bei Reuter, Geschichte der rel. Aufklärung 2, 7; und die Stelle aus Will. de Conches bei Thurot 17.

4) Metal. Ic. 3.

torquenda, donec restituit quod non accepit[1]). — Er hat uns, hierin ein directer Vorläufer Bacon's, ein begeistertes Lob der Grammatik[2]) hinterlassen, als clavis omnium scripturarum et totius sermonis et mater et arbitra[3]), gute Bemerkungen über die Stimme[4]), über Textkritik, Sprachgebrauch (usus)[5]); sein elegantes Latein ist reich an solchen glücklichen Wendungen, wie genius verbi[6]), verborum folia[7]) in ventum prolata[8]) etc.

Aber wichtiger als dies ist Johann's leider zu kurzer Bericht von einem zeitgenössischen Sprachforscher, dem Priscian's Phonologie nicht genügte, der auf einer frischen Beobachtung der »ora« bestand und beobachtete, wie mirabili lege naturae die Stimmen modulirt seien; ein Forscher, welcher sorgfältig (subtili examinatione) die Eigenschaft (potestas) von Vocalen und Consonanten beobachtet hatte, und infolge dessen die 5 soni elementarii der Alten verwarf, und statt dessen sieben postulirte, und welcher sogar die Lautverschiedenheiten der verschiedenen Sprachen untereinander verglich[9]).

Giles' ungenügende Ausgabe gibt den Namen dieses Mannes als Theuredus, es ist wohl Theodoricus, den Johann auch sonst noch als einen der größten Grammatiker seiner Zeit preist[10]). Keine Schrift desselben ist auf uns gekommen, aber die wenigen Bemerkungen Johann's genügen uns, um in ihm einen Phonetiker zu erkennen von seltener Selbständigkeit für das Mittelalter.

Kaum von gleicher Originalität als dieser »Theuredus«, aber von gleichem kritischen Geiste erfüllt und seine unmittelbaren Vorgänger und Zeitgenossen überragend, ist Roger Bacon, dessen Bedeutung für die Geschichte der mittelalterlichen Philologie in seiner Kritik der philologischen Zustände liegt und in dem Anfange, den er machte, solidere Sprachkenntnisse besonders auf dem Gebiete des Griechischen zu verbreiten.

---

1) Metal. III c. 1. 2) Ibid. II c. 21. 3) Ibid. II c. 29.
4) Entheticus 497. 5) Metal. I c. 4. 16; III c. 3. 4.
6) Enthet. 2115. 7) Metal. I c. 3.
8) Ueber die gehäuften Negationen ibid. I c. 3; Habent itaque linguae idiomata sua, et singuli suum loquendi modum, ib. c. 4. Der Spott über die Sprache als nicht zu pflegende Naturgabe, ib. c. 8 etc.
9) Metal. L. 1 c. 14. (Nach Bacon übrigens, Comp. Studii 497: non sunt in aliqua lingua nisi quinque possibiles.)
10) Ibid. L. 1 c. 5.

Die Schwierigkeit, ein abschließendes Urtheil über Bacon's Stellung in der Geschichte der Philologie zu geben, liegt theilweise in der Unzulänglichkeit der gedruckten Texte seiner Werke, dann aber auch in dem Charakter dieser Werke selbst. Was auf uns gekommen und bisher durch den Druck zugänglich gemacht ist, sind der Hauptmasse nach die an den Papst gerichteten populären Expositionen seiner Forschungen und Gedanken, deren volle Entfaltung das Scriptum Principale bringen sollte, von welchem wir nur wenige Fragmente besitzen[1]).

Die Capitel über Spracherlernung des Opus Maius, Minus und Tertium (1267) werden zwar erweitert im Compendium Studii (1271)[2]) und finden ihre wesentliche Ergänzung in Bacon's ungedruckter griechischer Grammatik, aber über die Art und Weise, in welcher Bacon seine Gedanken ausgeführt haben würde, besonders über die der Zukunft überlassene strengere wissenschaftliche Formulirung seiner populären, für das päpstliche Ohr berechneten Sätze, können wir uns kein Urtheil erlauben. Wir sollten wohl einen guten Theil der uns störenden Bezüge auf den praktischen Nutzen der Sprachstudien für theologische Zwecke in Abzug bringen, um Bacon's innere Stellung zu den Fragen des Sprachlebens reiner zu erkennen. Aber auch nach diesen Abzügen sind seine Äußerungen über Grammatica als modus accidentalis philosophiae, als scientia vilis, als eine Wissenschaft, welche ministr[a]t pueris pueriliter[3]) viel zu

1) Vgl. Bridges Op. Maj. 1, XLIII. LVI. — Ich glaube, man sollte strenger scheiden zwischen den populären für den Papst bestimmten Resumés und den Bruchstücken des Scriptum Principale, zu denen man auch das Comp. Studii rechnen dürfte. Die ersteren haben kritische Bemerkungen genug, aber in milderer Form, und solche Aeußerungen wie die großartige über die autoritas als die echte und hauptsächlichste der pestiferae causae erroris humani (C. St. 414), über die Geistlichkeit (399), über die Christen, die sich vor den Heiden im Lebenswandel und im Wissen verstecken müssten (401), über die Nachlässigkeit der Kirche vom Papst bis zum niederen Prälaten (474), finden sich nur in den Fragmenten der zweiten Gruppe. Hieronymus von Ascoli wusste genau, was er that als er B. verfolgte, und B. hatte selbst in den »milderen« Werken sich genug Feinde im eignen Orden gemacht (vgl. den puerulus Op. Min. 327).

2) Oder 1272; vgl. Bridges, l. c. XXV. — Abgesehen von Wortverschreibungen und Verlesungen machen die bisherigen Ausgaben auf kritischen Werth keinen Anspruch; nicht einmal die verschiedenen Mss. sind genau collationirt, man vgl. z. B. Comp. Studii ed. Brewer 471 ff. mit den bei Charles 406 ff. gegebenen Auszügen.

3) Op. Maj. 99, 100. Tert. 102 ff.

ausgesprochen, um die Annahme zu rechtfertigen, Bacon habe etwa an Philologie als selbständige Wissenschaft im modernen Sinne gedacht. Theilt doch auch die Logik das Geschick der Grammatik[1]), und ist doch selbst die Philosophie eine Dienerin der Theologie, wenigstens nach den an den Papst gerichteten Worten[2]). Bacon's mögliche höhere Auffassung sprachlicher Studien ist für uns nicht zu erweisen, sie wird jedenfalls durch die beständige Betonung des praktischen[3]) Nutzens in eine niedere Sphäre gedrückt.

Von Bacon's drei früheren Werken (aus dem Jahre 1267) gibt das Opus Majus die vollste Auskunft über seine sprachlichen Interessen, das uns erhaltene Fragment des Opus Minus fügt keinen neuen Gedanken hinzu, und das von Brewer als Opus Tertium veröffentlichte Werk geht nur in einzelnen Punkten über das Opus Majus hinaus.

Im Folgenden wird der Inhalt dieser drei Werke im Zusammenhang, das Compendium Studii besonders behandelt werden.

I.

Im dritten Theil des Opus Majus[4]) entwickelt Bacon wie unter den 5[5]) Wissenschaften (scientiae), ohne welche man weder

1) (Anm. 62.) Ibidem: Naturaliter scimus componere orationes . . . scientia de argumentis est nota homini per naturam . . . idiotae syllogizant; vgl. ferner: Liber Communium naturalium bei Charles 369. Ueber Bacon's Ausdruck sermocinalis scientia vgl. Albertus Magnus De Anima bei Prantl, Gesch. d. Log. 3, 91 und die Grammatiker bei Thurot 124. Bacon's Geringschätzung der Logik geht wohl auf arabischen Einfluss zurück, vgl. Prantl, a. a O. 122.

2) Utilitas philosophiae est respectu theologiae et ecclesiae et rei publicae, Op. Tert. 20; Op. Min. 358.

3) Diese utilitas spielt eine große Rolle bei Bacon, Op. Maj. 1, 300; Op. Tert. 19. Sie findet eine höhere Parallele in seinem Urtheile über die Ethik als finis omnium scientiarum aliarum . . . quia omnes aliae sunt speculativae veritatis, haec autem est practica boni et operatica, Lib. Comm. Nat. bei Charles 370.

4) Der Titel dieses Abschnittes (Bridges 1, 66—96) ist in allen Mss. (nach Bridges): De utilitate grammaticae; so auch im Op. Tert. 88: de linguis, seu de utilitate grammaticae; im Op. Min. 325: tractatu[s] de linguis quem facio; in prima parte de grammatica ib. 321.

5) Im Compendium Studii sind es 5 oder 6, ed. Brewer 432: . . . ad ignorantiam 5 vel 6 scientiarum quae requiruntur ad theologiam et ad philosophiam, sine quibus 5 vel 6 scientiis impossibile est aliquid dignum sciri ab homine et praecipue a Latinis . . . Hae vero scientiae sunt istae: scientia linguarum sapientialium, mathematica, perspectiva, alkimia, scientia experimentalis.

etwas Göttliches noch Menschliches wissen könne, und deren Kenntniss uns ermögliche »Alles leicht zu erkennen«. Die erste sei grammatica in alienis linguis exposita ex quibus emanavit sapientia Latinorum. Ohne Kenntniss dieser »anderen« Sprachen — es sind Griechisch, Hebräisch [Chaldäisch] und Arabisch, die er manchmal linguae scientiales, manchmal linguae sapientiales nennt — könnten die Lateiner weder »absolute« [1]) zur Weisheit selbst gelangen, noch soweit diese von der Kirche repräsentirt würde (relate).

Das will er nun im Einzelnen darlegen und zwar A) zuerst (Op. Maj. 1,66—92) in Bezug auf die absolute Wissenschaft (respectu scientiae absolutae 66; propter studium sapientiae absolutae 92), dann B) (ib. 92—96) [a] propter sapientiam comparatam ad Dei ecclesiam et [b] rem publicam fidelium et [c] confusionem infidelium [d] et eorum reprobationem qui converti non possunt.

A) Indem er den ersten Haupttheil in Angriff nimmt, sucht er zunächst darzulegen, dass fremde Sprachen nöthig sind, weil [2])

1. alle Bücher der hl. Schrift und Werke der Philosophie in den anderen Sprachen niedergeschrieben sind [3]), [und darin studirt werden müssen, denn] bei Uebersetzungen ins Lateinische sei es unmöglich die proprietas zu bewahren. Man sehe schon bei den Dialecten einer einzelnen Sprache, wie z. B. der französischen, eine große Verschiedenheit [4]), und wieviel größer müsse diese sein bei wirklich verschiedenen Sprachen. Was in einer Sprache gut ausgedrückt sei, könne gar

---

1) Per studium absolute, Op. Tert. 88.

2) B. spricht von diesen acht Gründen im Op. Tert. 88 ff., aber aus dem Gedächtniss (forsan) und ohne die Reihenfolge zu erinnern (ordinem forte non recolo); sein erster »Grund« ist daselbst (und ebenso Comp. Studii 435), weil omnes sancti et philosophi Latini et poetae sciverunt de linguis alienis. Den Inhalt des obigen ersten Grundes bildet im Op. Tert. der zweite und dritte, S. 89, 90. — Im Comp. Studii zählt er 13 Gründe auf, daselbst ist der obige der achte Grund, 466.

3) Isidor. Et. 9, 1, 3.

4) Die Stellen, wo B. über die französischen Dialekte spricht, sind außerdem Op. Tert. 90; Griech. Gramm. bei Charles 359; Comp. Studii 467 (wo er auch die englischen heranzieht); merkwürdiger Weise sind diese Stellen in der Geschichte der französischen und englischen Sprache noch nicht citirt. — Die Möglichkeit einer grammat. Behandlung der französischen (oder irgend einer modernen) Sprache scheint B. nicht gedämmert zu haben; P. Helias hat sie vgl. Thurot 127; Vinc. de Beauvais, Spec. Doctr. 3, 1.

nicht in eine andere übertragen werden und dabei seine volle Eigenthümlichkeit bewahren. Bacon beruft sich dabei auf die bekannten Worte des Hieronymus[1]). — Man solle nur versuchen, die Logik oder irgend eine andere Wissenschaft in seine Muttersprache[2]) zu übertragen, und man werde sehen, wie die Sätze hinken und die Worte fehlen. Deshalb könne kein »Lateiner« die Weisheit der hl. Schrift, oder die Werke der Philosophen genügend (ut oportet) verstehen, ohne die Sprachen, aus denen sie übersetzt sind[3]).

2.[4]) Ein zweiter Grund der Nothwendigkeit der Kenntniss dieser Sprachen sei [a] die Armuth des lateinischen Vocabulars an Kunstausdrücken, und [b] die Corruption des zeitgenössischen Lateins durch Volksidiome, die man außerhalb des betreffenden Landes nicht verstände.

3.[5]) Ein dritter Punkt ist die Nothwendigkeit für den Uebersetzer (interpres), nicht nur die Sprachen, sondern auch die Wissenschaften zu beherrschen. Aber bisher seien alle Übersetzer »Lügner« aus Mangel an Sprach- oder Sachkenntniss, mit einziger Ausnahme des Boethius und Grosseteste. Am meisten habe Aristoteles unter den Übersetzern gelitten, seine übersetzten Schriften seien horribel, falsch und nicht zu verstehen.

---

1) Epist. LVII ad Pammachium, ed. Migne 1, 568. Das Original dieses Briefes verbessert eine sinnstörende Lesart bei Bridges 67: Si quis autem eundem (näml. Homer) in sua lingua per se interpretetur, videbit ordinem ridiculosum et poetam eloquentissimum vix loquentem; statt per se lies prosae verbis. Der gedruckte Text von Bacon's Werken ist voller solcher und schlimmerer Fehler und das größte desideratum ist ein kritischer, alle Mss. berücksichtigender Text mit genauen Erläuterungen.

2) Diese Stelle des Op. Maj. 1, 67 und die entsprechenden Op. Tert. 90, Comp. Stud. 433, 466 geben die frühesten Citate für das Wort Muttersprache; die nächsten finde ich bei Dante, De Vulg. Eloqu. c. 6. 3) Op. Min. 325, 349.

4) Der vierte des Op. Tert. 90 ff., der neunte des Comp. Stud. 467; die Geschichte mit den spanischen Studenten und Bacon's Erklärung des Wortes belenum im Op. Tert. unter dem fünften Grunde 91, Comp. St. 467 (dies belenum, *βελένιον*, nicht im Du Cange).

5) Der fünfte des Op. Tert. 91, Op. Min. 353 ff.; im Comp. St. 469 geht er noch weiter in Bezug auf die Aristoteles-Uebersetzungen, es wäre besser, sie existirten nicht oder wären verbrannt. Was nach Brewer im 8. Cap. steht, steht nach Charles' Ms. im 10. Cap. (S. 405). Fehlt etwas im Texte von Brewer?— Bemerkenswerth im Op. Tert. 92 ist die Stelle über die Fehler und Schwächen des Hieronymus: celeritate dictandi deceptus in multis locis transtulit contra veritatem, sicut posui exempla tam in Opere Minori [336. 346] quam in Majore [wo?].

4.[1]) Wegen Mangels an Sprachkenntnissen entbehren die Lateiner Kenntniss einiger biblischer Bücher sowohl als einiger philosophischer Werke, wie z. B. des Aristoteles Poetik und Rhetorik[2]).

5.[3]) Alle heiligen und lateinischen Philosophen gebrauchen fremde Ausdrücke und führen diese ein aus dem Griechischen, Hebräischen, Chaldäischen und Arabischen. Dieser Punkt führt ihn zu einem Excurs (der mir eher zu 1 zu gehören scheint, und möglicher Weise im Manuscript verschrieben ist?)[4]) a) über die dialectischen Unterschiede des Hebräischen und Chaldäischen, b) über das griechische und hebräische Alphabet, c) über die Stellung des Artikels vor θεος in der Bedeutung des einen, wahren Gottes in der Septuaginta; ein idioma das schwer im Lateinischen nachzuahmen sei. Als Parallele fügt er hinzu, — besonders interessant, weil sie uns Bacon als Beobachter lebender Sprachen zeigt — eine Bemerkung über die Setzung des Artikels im Französischen.[5])

6.[6]) Ein 6. Grund für die Nothwendigkeit eines gründlichen Sprachstudiums sind die unzähligen Irrthümer in den theologischen und philosophischen Texten, welche die Worte sowohl wie den Sinn entstellen. Die Basis hierzu liefert die Pariser Vulgatarecension des Jahres 1230[7]).

7.[8]) Auch wenn schließlich der buchstäbliche Sinn in der Ueber-

1) Nicht im Op. Tert. Im Comp. St. als 12. p. 474.

2) Ueber Aristoteles-Uebersetzungen vgl. auch Op. Maj. 1. 26. 27.

3) Dieser Grund deckt sich zum Theil mit dem achten des Op. Tert. 94: Octava ratio est ut aestimo (soweit er sich erinnerte!) propter linguam Latinam. Nam ostendo quomodo est composita ex Graeco et Hebraeo, tam in ecclesiasticis vocabulis quam in communibus . . . genau entsprechend dem fünften in Comp. St. 441.

4) Jebb's Ausgabe weicht hier von Bridges' ab; ibid. 74.

5) Op. Maj. 1, 77: Unde cum dicitur Parisius Li reis vent, iste articulus li designat proprium et verum regem talis loci, quasi regis Franciae. Et non sufficeret hoc ut denotaret adventum regis Angliae. Nullus enim diceret de rege Angliae veniente Parisius, Li reis vent, sed adjungeret aliud, dicens, Li reis de Engletere vent. — Eine Stelle, die ebenfalls in den Geschichten der franz. Sprache unbeachtet gelassen wird.

6) Der sechste Grund des Op. Tert 92 ff. Ueber die Pariser Vulgata ergießt B. noch vollere Schalen des Zornes im Op. Min. 330 ff. Man bemerke Op. Tert. l. c. 93 den Bezug auf seine Remedia Studii, welche er in Zukunft schreiben will (declarabo).

7) Vgl. über diese Op. Min. 330 ff.

8) Deckt sich zum Theil mit dem siebenten Grunde des Op. Tert. 94; vgl. 13 im Comp. St. 475.

setzung gewahrt sei, so ist doch die sachliche Interpretation durch Unkenntniss gefährdet (propter sensus falsitatem, etsi litera esset verissima), dies zeige sich in der Theologie, der Philosophie, der Medicin (Unkenntniss der synonyma!), und den »Geheimen Wissenschaften«.

8.[1]) Der achte und letzte Grund (ratio scientialis), aus welchem die Nothwendigkeit der Sprachenkenntniss hervorgeht, ist die Thatsache, dass alle lateinische Grammatik aus dem Griechischen und Hebräischen abgeleitet sei; nicht nur die Buchstaben stammen von den Griechen, sondern die grammatische Methode und schließlich das theologische und philosophische Vocabular des Lateinischen.

Und wenn viele glaubten, dass diese vielen Fremdwörter im Latein auf lateinischem Boden gewachsen seien, so irrten sie in der Aussprache, in der Rechtschreibung, in der Erklärung, und es sei keineswegs nur ein geringfügiger Wortirrthum, sondern ein Irrthum, der zu falschem Redegebrauch, zu falschen Sätzen, zu falschen Schlussfolgerungen führe. Bacon stützt sich auf Aristoteles und Boethius und verlangt von genauer Wortkenntniss auszugehen. Er citirt einige Beispiele solcher nur als Fremdwörter zu erklärender lateinischer Worte, für deren vollständige Aufzählung ein großer Band kaum ausreichen würde: ein etymologisches Wörterbuch der lateinischen wissenschaftlichen Fremdwörter (wozu er im Comp. St. 441 ff. den Anfang machte), ein Wörterbuch der vocabula singularum scientiarum et maxime theologiae et medicinae, quo volumine nihil esset utilius, si vocabulorum omnium recta scriptura ac pronunciatio debita cum fideli derivatione et recta interpretatione probarentur (S. 86). Diesem Idealplane fügt er nähere kritische Bemerkungen bei, welche allerdings kein neues Princip enthalten, aber für das spätere Mittelalter zum ersten Mal in scharfer Fassung aufgestellt wurden:

1. Bei Etymologien sei die Zeitfolge der Sprachen (ordo linguarum) zu bedenken (quod prior lingua non recepit interpretationem posterioris). Bacon beruft sich hier[2]) auf Hieronymus Lib. Hebr. Quaest[3]).

1) Vergessen im Op. Tert., der sechste Grund im Comp. St. 464.

2) Im Comp. St. 449 beruft er sich auf Servius, s. unten.

3) Der sich seinerseits auf den gesunden Menschenverstand beruft: Unde Graecum non oritur ex Latino, nec Hebraicum e Graeco etc.

Zum Beweise des Gesagten führt er einige Beispiele an: Amen, ein hebräisches Wort, könne nichts mit dem lateinischen A (sine) und dem griechischen mene (defectus) zu thun haben u. s. w. Bacon's Kritik richtet sich gegen den unerträglichen Unsinn der Verfasser etymologischer Wörterbücher seiner Zeit, welche indifferenter pura Latina per alias linguas interpretantur (S. 87).

2. Bei griechischen Etymologien solle man die Orthographie nicht aus den Augen lassen, was Bacon eine Gelegenheit bietet, nochmals über die griechischen Buchstaben zu sprechen (S. 88).

3 (Eine Erweiterung von 1). Die im Lateinischen geltenden Regeln seien nicht auf das Griechische und andere Sprachen zu übertragen; die Veränderungen griechischer Worte nach lateinischem Princip zu berücksichtigen[1]); deren grammatisches Geschlecht zu bedenken (nach Priscian und Servius »qui fuit major quam Priscianus«); nicht willkürlich ursprüngliche Buchstaben »abzukratzen[2]) und aufzugeben«, was gegen alle Regeln gehe (S. 90).

4. Der Wortaccent[3]) sei genauer zu beobachten.

B) Nachdem Bacon im Vorhergehenden die Nothwendigkeit von Sprachstudien dargelegt hat, propter studium sapientiae absolutum, wendet er sich nun zu dem praktischen Nutzen derselben für Kirche und Staat[4])

1. Beim Gottesdienst ist Kenntniss solcher Fremdwörter nöthig wie agios, atheos, eleison, alleluia, osanna u. s. w., beim Psalmsingen, bei »unseren Beschwörungen, damit wir dies richtig ausführen und verstehen können, die Gebete fromm aussprechen und Gottes heilige Gnade erhalten« (S. 92).

2. Bei den Sakramenten und Weihen; denn Gottes Geheimnisse lägen ja verborgen in verbis et sensibus; beim Exorcismus und den Katechisationen, der Taufe und allen übrigen Sakramenten sei eine richtige Aussprache und richtiges Erkennen nicht nur anständig

---

1) Mutantur igitur hujusmodi vocabula secundum formam Latinorum, p. 90.

2) Vgl. Varro's demtio detractio bei Lersch, Sprachphilosophie der Alten 3, S. 175 ff.

3) Ignorantia veritatis apud omnes circa accentus, 92 (91 lies accentuum für accidentium); vgl. Comp. St. 508 ff.

4) Vgl. Op. Tert. 95.

und nützlich, sondern auch nöthig, um die Wirkung des Sakramentes nicht zu beeinträchtigen (S. 93)[1].

3. Kenntniss der orientalischen Sprachen ist der lateinischen Kirche unumgänglich nothwendig, um die Griechen und Chaldäer, Armenier und Syrer und Araber im richtigen Glauben zu bestärken (S. 95)[2].

4. Wegen des kirchlichen Dogmas »vom Anfang bis zum Ende der Zeit« (S. 95): Wie Gott das Schwache auserwählt habe, um das Starke zu fällen, so hat er in solchen Elementen [wie den Buchstaben und Worten] Geheimnisse verborgen, die über das menschliche Verstehen hinausgehen, und Kenntniss der Elemente der Sprachen sei deshalb von unberechenbarem Nutzen für das Dogma der Kirche.

Schließlich seien die Sprachen nöthig für den internationalen Verkehr[3] und Handel (in Medicamenten und anderen kostbaren Gegenständen). Ein Punkt, den Bacon nicht völlig ausführt, oder den die Manuscripte lückenhaft überliefern.

Mit dem sich unmittelbar anschließenden 4. Haupttheil beginnt Bacon mit den 4 Scientiae Magnae, deren »Thor und Schlüssel« die Mathematik ist. In der Einleitung wirft er nochmals einen Blick auf die »Wurzeln der Weisheit«, die modi philosophiae accidentales[4], nämlich Grammatik und Logik[5], die nach Alpharabius nicht ohne Mathematik verstanden werden könnten.

Er fasst, jedenfalls im Hinblick auf die damalige grammatische Methode, sein scharfes Urtheil in die Worte zusammen: etsi grammatica pueris ministrat ea quae vocis sunt et proprietates eius in prosa

---

1) Vgl. Op. Tert. 95; Die griechische Grammatik bei Charles 360, 61; Zur Sache s. Chr. Bainbridge's Liber Pontificalis, ed. Surtees Soc., 1875, p. 59, 60.

2) Vgl. Op. Tert. 95 anders gewendet: a) propter conversionem infidelium . . . b) de reprobatione eorum qui converti non possunt; darauf folgt unmittelbar der Abschnitt über das Wort und seine Gewalt. — Im Op. Maj. 1, 95 fehlt ein Abschnitt zwischen evidens und Hoc; ist er nach dem Op. Tert. zu ergänzen?

3) Vgl. Op. Tert. 95.

4) Op. Maj. 1, 99.

5) Auch sonst stellt er die Logik nicht sehr hoch, sich offenbar gegen das Uebergewicht dieser Autoritas auflehnend; vgl. oben S. 170 die Anm. 1 und solche Stellen wie Op. Tert. 103: homo arguit a natura; in der Muttersprache ist deshalb keine Grammatik zu erlernen: de logica et grammatica non est necessaria instructio, ibid. 105; diese Ideen mögen auf arabische Quelle zurückgehen, vgl. Op. Tert. 104: Avicenna dicit in Logica quod rusticus arabicus scit grammaticam per naturam (ähnlich bereits Isidor Et. 9, 1, 10).

et metro et rhythmo, nihilominus tamen hoc facit pueriliter et per viam narrationis, non per causas nec per rationes.

Bacon fügt unmittelbar darauf eine Bemerkung bei, deren Bedeutung für die Erkenntniss seiner grammatischen Lehren sehr groß ist: Wenn derjenige Theil der Grammatik, der über die Stimme (die Laute) und ihre Eigenschaften in Prosa, Metrum und Rhythmus handeln, dies descriptiv thun, ohne auf die (letzten) Gründe einzugehen, so gehöre das Letztere (d. h. die wissenschaftliche Darlegung derselben) zu dem Gebiete einer anderen Wissenschaft, nämlich der Musik[1]). Die Aufgabe der Musik sei es, die Natur des Lautes erschöpfend darzulegen[2]); der Musik, deren Theile und Unterabtheilungen mannigfaltige seien: 1. prosaica; 2. metrica; 3. rhythmica; 4. melica[3]).

Die erstere lehre die Ursachen der Stimmerhöhung in Prosa, je nach den Unterschieden der Accente[4]), nach den kleineren und längeren Satzperioden und dergleichen. Die zweite lehre die Gründe und Ursachen der Versfüße und Metren. Die dritte handle über Modulation und die feinere Proportion der Rhythmen[5]), die ja alle eine Art Gesang seien, obschon nicht dasselbe wie der gewöhnliche Gesang, denn accentus sei gleichsam accantus[6]), und dass der Accent zur Musik gehöre, lehren alle Autoren über Musik von Cassiodor und Censorinus bis auf Alpharabius. So gehöre die Grammatik nach ihren letzten Gründen zur Musik, ebenso wie die Logik. Und

---

1) Vgl. Op. Tert. 231: Ergo grammaticus qui per viam narrationis laborat .. non dabit causas ... Ergo grammaticus se habet ad musicum, sicut carpentator ad geometricum. Et ideo grammaticus est mechanicus in hac parte, et musicus est artifex principalis etc.

2) Das Op. Maj. berührt die Musik nur beiläufig: 1, 236 ff. (Wiederholung der obigen Gedanken), viel ausführlicher im Op. Tert. 3, 229 ff.

3) Vgl. Op. Maj. 1, 237; Op. Tert. 230.

4) Vgl. Op. Tert. 234, 235, 255 ff.

5) B. verdankt seine letzte Kenntniss des Wesens des Rhythmus dem Augustin; Op. Tert. 265: Nunquam potui scire quid est rhythmus ... nisi per libros illos [Augustin, De Musica].

6) Vgl. Op. Tert. 243 und nochmals Op. Maj. 1, 237. Die daselbst citirten Autoren sind Censorinus Martianus [Capella], Isidorus, Cassiodorus, Augustinus. B. fügt daselbst zu der Musica circa audibile, die circa visibile, d. i. den Tanz. — Vgl. Cassiodor, De artibus ac disciplinis, c. 5, De Musica, woselbst die Stellen aus Augustin und Censorinus citirt werden (ed. Migne 576). — Vgl. die Autorenliste im Op. Tert. 231 ff., woselbst Alpharabius, De Scientiis, und De Ortu Scientiarum hinzugefügt sind.

da die Musik auf mathematischen Principien beruhe, beruhe sie schließlich auf Mathematik (Op. Maj. 1, 102).

Von den weiteren Bemerkungen über die Sprache, die durch das Opus Majus verstreut sind, seien noch erwähnt das 5. Cap. der Distinctio IV, Pars IV, welches über den Einfluss handelt, den Klima und die virtutes coelorum et stellarum auf die Eigenschaften der weltlichen Dinge ausübten. Seine astrologische, mystische Theorie der »Einflusspyramiden« gibt ihm Gelegenheit, über die Verschiedenheit in Charakter, Sitten und Sprachen benachbarter Völkergruppen zu sprechen (Op. Maj. 1, 138)[1]. Zu erwähnen ist ferner die Bemerkung über slavische Sprachen (ib. 360)[2], über die chinesische Bilderschrift (S. 374), und in dem Buche über Astrologie und Magie seine mystischen Sätze über die zauberische Gewalt des Wortes.

Mit Aufwendung einer Beredtsamkeit, welche zeigt, wie nahe diese Gedankengänge seinem Herzen lagen, spricht er daselbst über die »unsägliche« Gewalt des Wortes, wenn es »mit fester Absicht, großem Verlangen und starkem Vertrauen« und unter dem Mitwirken des Himmels ausgesprochen würde[3]. Das Wort und die mystischen Zeichen, wenn denselben während des Aussprechens die Kraft des Himmels zu Theil wird, vermöchten kranke Körper zu heilen, giftige Thiere zu verscheuchen, wilde Thiere gezähmt zur Hand zu locken, die Schlangen aus ihren Höhlen und die Fische aus der Tiefe des Wassers zu bringen, ja selbst die Materie dieser Welt wunderbar zu beeinflussen, gegen böse Menschen und Staatsfeinde zu wirken, wenn die Beschwörungen in der rechten Weise geschähen. Dass verwünschte Magier, Betrüger, Hexen und Teufel viel abergläubischen Unfug damit getrieben, sei ja leider wahr und dies habe dazu geführt, dass

1) Inwieweit auch hier Alpharabius auf B. eingewirkt, vermag ich nicht zu sagen; vgl. Steinschneider, Al Farabi S. 118. — Aehnliche Gedanken im Op. Tert. 120. (Ueber das Klima und den Volkscharakter vgl. das inhaltreiche 5. Cap. De recto historiarum iudicio, in J. Bodini Methodus, Basel 1579, S. 79 ff.

2) Genauer als die Notiz bei Dante, De Vulg. Eloqu., c. 8.

3) Bacon's Mysticismus wird besonders klar, wenn man die Stelle des Metalogicus 1, 1 (S. 13) vergleicht. — Vgl. auch Op. Tert. 96, 97, 229. Epistola de Secretis Operibus Artis et Naturae c. 3 (ed. Brewer 531): Verba fiunt ab interius per cogitationes animae, et desideria, et per motum spirituum, et calorem naturalem, et vocalem arteriam; et eorum generatio habet vias apertas per quas est magnus exitus spirituum, et caloris, et evaporationum, et virtutum et specierum (im Bacon'schen Sinne) quae possunt fieri ab anima et a corde etc.

die Theologie und die Dekretalen keinen Unterschied anerkannten zwischen Magie und wahrer Philosophie! Aber trotzdem sei es das Wort, welches quia ab interioribus membris naturalibus generatur et formatur ex cogitatione et sollicitudine, et delectatur homo in eo et propriissimum est instrumentum animae rationalis, ideo maximam efficaciam habet inter omnia quae fiunt ab homine, praecipue cum ex intentione certa, desiderio magno et vehementi confidentia profertur.

II.

Das Fragment des Opus Minus, welches von den Septem Peccata Studii Theologiae handelt, fügt zu den Bemerkungen über Sprache und Sprachstudien nichts wesentlich Neues, enthält jedoch interessante Ausführungen über biblische Textkritik[1]), welche auf Augustin und Hieronymus zurückgehen.

III.

Das Opus Tertium gibt (S. 88 ff.) in seiner ausführlichen, aber aus dem Gedächtnisse geschöpften Inhaltsangabe des dritten Theiles vom Opus Majus der Hauptsache nach die gleichen Gedanken. Es fügt aber neue Einzelheiten hinzu und berührt zum ersten Male einen Theil der Grammatik, der bisher noch nicht behandelt sei[2]): nämlich de compositione linguarum et de impositionibus[3]) vocum ad

---

1) Si est discordia in codicibus Latinis, recurrendum est ad antiquos et plures, Op. Maj. 331. Vgl. 349. B. citirt diese Stelle des Op. Min. im Op. Tert. 94. Das praktische Resultat s. Gedanken über den verderbten Vulgatatext ist die Aufforderung an den Papst zu einer neuen Recension der V. 333. Der ganze Abschnitt ist der Versuch einer Geschichte der Vulgata; vgl. Kaulen, Gesch. d. Vulgata S. 266.

2) Addidi [nämlich im Op. Maj.] intentionem alterius partis . . . quae non est adhuc composita apud Latinos nec translata Op. Tert. 100. Die Art und Weise, in der B. von diesem Theile des Op. Maj. spricht (aggressus sum illos modos ostendere . . . sicut probo . . . et tunc considero . . . declaravi . . . expressi etc.) zeigt, dass wir in den uns überlieferten Mss. des Op. Maj. eine größere Lücke anzunehmen haben; vgl. auch Op. Min. 322. Ist es die Lücke bei Bridges 1, 96? Was er im Op. Tert. 96 citirt über die Gewalt des Wortes als in secundo Opere ausführlicher behandelt, steht Op. Maj. 396 ff. — B. hätte sich auf die sehr interessante Stelle des Metalog. l. c. 14 beziehen können.

3) Vgl. Alpharabius bei Vinc. de Beauvais Spec. Doctr. 2, 45: Scientia linguae . . . . in duo dividitur [1] in scientiam considerandi et observandi quid

significandum et quomodo significant per impositionem et per alias vias; dies führte ihn zur Frage nach dem Ursprunge der Sprache. Bacon geht bei seiner Untersuchung über die impositiones vocum ad significandum aus von der Augustin'schen Scheidung der signa[1]), nach welcher signa 1) quædam sunt naturalia, 2) quædam data ab anima, die letzteren scheidet er in a) solche, welche von der Seele naturaliter gegeben werden (wie die Seufzer der Kranken[2])), und b) solche, welche ad placitum (= θέσει) gegeben werden (ut circulus vini et panis fenestri [der mittelalterlichen Weinstube!] et omnes voces linguarum). Der leitende Geist für Bacon's Satz, dass die Bedeutungen den Worten nicht naturaliter zukämen, war Avicenna[3]), der ihn über Augustin hinausgeführt hatte. Bacon führt seine allzu kurze Inhaltsangabe des uns verlorenen Abschnittes weiter[4]) und sagt, er habe daselbst betrachtet, wie das Wort gegeben werde univoce oder æquivoce oder analogice u. s. w. Aeußerungen, die wohl auf arabische Quellen[5]) zurückgehen, wie bei Albertus Magnus[6]), und welche leider zu unvollständig sind, um uns ein deutliches Bild seiner Anschauungen zu geben. Er habe mit seinen Untersuchungen a. a. O.

---

unaquæque dictio significet apud gentem illam cuius est lingua [2] et in Scientiam observandi regulas illarum dictionum; ibid. c. 21: scientia linguae i. e. de impositione nominum rebus. Alpharabius hatte diese Fragen berührt, aber nicht ausgeführt nach Vincentius.

1) De Doctr. Christ. Lib. 2, c. 1 ff. Vgl. die notae bei Boethius, De Interpret. 200, 297, ed. 1570. B. erwähnt des Aristoteles λόγος σημαντικός, De Interpret. c. 4, nicht. — B. bezieht sich auf diese Gedanken Op. Min. 322.

2) Die vox confusa der latein. Grammatiker, vgl. Probus, Inst. bei Keil 4, 47; B. vermeidet die Unterscheidung der Grammatiker zwischen confusa und articulata; hat keinen Bezug auf Priscian's illiterata vox, Instit. 2, 5; Codex Bern. bei Keil 6, XXV.

3) Op. Tert. 101; vgl. auch Joh. v. Salisbury's Polemik Metalog. I c. 8.

4) Vgl. Prantl, Gesch. der Logik 3, 124: Gelegentlich deutet B. an, dass er sich um die Fragen, welche den modus significandi betreffen, interessire, und wir müssten ihn sonach für einen Vorläufer des Duns Scotus halten, wenn nicht seine Angaben über die in der objectiven Natur liegenden und die von der subjectiven Seele ausgehenden »Zeichen« allzu kärglich wären, um aus ihnen seinen Standpunkt sicher zu erkennen.

5) Vgl. Prantl 2, S. 305, 363 über die Begriffe der Synonyme u. s. w.

6) Vgl. Alb. Magnus ibid. 3, S. 103. Um diesen sehr wichtigen Zusammenhang klarer zu sehen, müsste man freilich Alpharabius Opera 1638 benutzen, welche auch Prantl (l. c. 2, S. 302) und selbst Steinschneider (Al Farabi S. 83) nicht benutzen konnten. Ich hoffe bald daraufbezügliche Nachträge liefern zu können.

manch schweren Zweifel beseitigt und manche Wahrheiten festgestellt: veritates per quas omnia[1]) sciuntur quae sub quaestione et dubitatione versantur. Er habe ferner über den spirituellen und literalen Schriftsinn gesprochen (nach Augustin?); gezeigt, wie das alte Testament ein signum des Neuen sei; wie die Sakramente signa seien; über die echte Sprache Adams, wie er die Dinge mit Namen belegt; ob Kinder, in der Wüste ausgesetzt, auf natürlichem Wege, an und für sich (per se) eine Sprache reden würden, und wie sie einander ihre affectus zu erkennen geben würden, und vieles andere, was er jetzt nicht wiederholen könne. Dieser Theil der Grammatik — und dass er zur Grammatik und zu keiner anderen Wissenschaft gehöre, habe er, ohne sich auf Augustin zu stützen, bewiesen — sei äußerst nöthig für die Theologie und Philosophie und die »gesammte Weisheit« (toti sapientiae).

Dann geht Bacon zum Inhalt des 4. Theiles des Opus Majus über und resümirt die daselbst gegebenen einleitenden Gedanken über Grammatik und Logik. Was uns auffällt, ist seine zweite Bezugnahme auf die Frage nach dem Ursprunge der Sprache, die er in den gedruckten Theilen des Opus Majus nicht berührt. Um Sprachen zu kennen, bedarf es der Lehre und des Studium, denn die Sprachen fiunt ad voluntatem hominis, et variantur secundum hominum voluntatem (S. 102). Noch werkwürdiger ist der Zusatz, mit dem er den Gegenstand rasch übergehen zu wollen scheint: primi auctores linguarum eas invenerunt, vel a deo habuerunt, in divisione linguarum, cum constructa est Turris Babel post Diluvium. Hier erscheint ihm wohl der Geist des heiligen Augustin, oder der Gedanke an den Adressaten[2]), für den das Werk hastig hingeschrieben wurde.

Jedenfalls findet sich zu Anfang des 4. Theiles des Opus Majus

---

1) Dies ist ein Beispiel seiner enthusiastischen Ausdrucksweise, welche man nicht ohne Erläuterung »Ruhmredigkeit« nennen sollte, wie Reuter, Gesch. d. rel. Aufklärung 2, S. 78 wohl nach K. Fischer thut. Die daselbst angeführten Beispiele vom Op. Tert. 58, 59 erklären sich leicht, und Bacon's Wette über seine Schnelllernmethode (Op. Tert. 63 ff.), welche ihm von Bayle, Brucker und Cousin so verübelt wurde, wird von Charles sehr einfach vertheidigt (R. Bacon S. 124).

2) Wenn Reuter a. a. O. S. 78 von »bedenklicher Schmeichelei« gegen den Papst redet, so ist dies ein bedenklicher Mangel an Würdigung der Verhältnisse, unter denen B. nach einer Gelegenheit rang, später sein System zu entwickeln.

keine Erwähnung des Thurmbaues und der Sprachverwirrung. An anderer Stelle des Opus Majus (I, S. 138) und im Opus Tertium (S. 120) erklärt er die Sprachverschiedenheit aus geographischen und astrologischen Gründen.

Sein Capitel über die Musik (S. 228) führt das bereits im Opus Majus Gesagte und Angedeutete weiter[1]) aus und zeigt seine Gelehrsamkeit, seine Kenntniss des Griechischen und Lateinischen, und seinen kritischen Geist. Bemerkenswerth ist vor allem, was er daselbst sagt über den prosaischen Accent (S. 234, 235), den lateinischen Accent nach Priscian (S. 238), das Zusammentreffen zweier Accente (S. 239 z. Th. nach Boethius), über Wortbetonung gegen »neuere« Pariser Theoretiker (S. 240), über die Prosodie (S. 244), die Aspiration (S. 246), die Interpunction und den Satzrhythmus (S. 233, 248), die Satzbetonung (S. 252), mit treffenden Bemerkungen über die Rhythmik der Fragesätze (S. 255)[2]), über die Erhebung und Senkung der Stimme (S. 256), über lateinische Metrik (S. 257—264).

Ueber das Wesen des Rhythmus, des Metrum und des Verses hatte ihm Augustin die Augen geöffnet (S. 265). Er verspricht in dem Werke über die Peccata Studii et Remedia nochmals darauf zu kommen[3]), und weist schließlich nachdrücklich auf die Nothwendigkeit hin musikalischer, d. h. metrischer und rhythmischer Kenntnisse für den Bibelerklärer und den Theologen überhaupt. Weil sowohl die Ethik als die heilige Schrift sich der poetischen Kunstmittel bedienten[4]), weil die Weisheit Gottes in der Ursprache der Bibel sie überall anwendete, im Metrum und in dem Gebrauch der rhetorischen Figuren und anderem Sprachschmuck (S. 266), weil der heilige Geist durch den Mund seiner Heiligen diese poetische (metrische) Schön-

1) Vgl. das über rhythmische Bewegung — nach Alpharabius, De Ortu Scient. — Gesagte S. 232; über den Tanz S. 268 mit der Stelle Op. Maj. 1, 238.

2) Vgl. ibid.: Dictio quae est gravis in fine, in qua finitur interrogatio, acuenda est, et fit una elevatio et unus punctus . . . dictio in fine acuenda est, vel monosyllaba quae naturaliter est acuta, bis est elevanda etc. Vgl. über das Wort- und Satzende Comp. St. 513.

3) B. sagt exponam 265 (oder ist exposui zu lesen?) Bezieht es sich auf die Septem Peccata Studii des Op. Min. 322? Dann wäre es von Wichtigkeit für die Chronologie.

4) B. sprach über das argumentum poeticum im 5. Theil der Moralis Philosophia (266), welcher dem Op. Maj. jetzt fehlt, vgl. ibid. 2, 403. Er scheint daselbst den Aristoteles, Avicenna und Alpharabius benutzt zu haben.

heit in der Schrift ausgegossen habe, damit die Schönheit und Würde der göttlichen Weisheit erkannt würde, deshalb solle und müsse der Theologe zum hebräischen Texte zurückkehren ut sciat ex ipso fonte dulcius haurire aquas sapientiae (S. 267)[1]. Denn die lateinischen Uebersetzer — schließt Bacon den Hieronymus hier ein? — hätten nicht jene poetische Gabe (illam musicae potestatem), wie die Patriarchen und Poeten, und so sei die lateinische Uebersetzung dieser Schönheiten verlustig gegangen.

Besonders zu erwähnen ist Bacon's Zurückgehen auf Aristoteles und seine kritische Stellung zu Pythagoras[2], wo er auf die Natur des Tones und des Lautes der menschlichen Stimme zu sprechen kommt. Er weist die Strahlentheorie[3] zurück und stellt fest: Omnis sonus vel est ex collisione duri cum duro, vel ex motione spirituum ad vocalem arteriam. Seine nicht angeführte Quelle ist wohl Aristoteles[4] oder die frühesten Aristoteliker des Mittelalters, wie Boethius[5] und, näher an Bacon's Zeit angrenzend, Bernardus Sylvester[6]. Die lateinischen Grammatiker[7] folgen meist den Stoikern, und auch Vincent de Beauvais erwähnt sie nicht[8].

IV.

Es erübrigt noch über Bacon's Philologische Bemerkungen im Compendium Studii zu sprechen, in dessen 6. Capitel er zu den

---

1) B. als Vorläufer von Lowth und Herder.

2) Dies erinnert an Alpharabius, vgl. Steinschneider l. c. 80.

3) Welche B. in seiner Optik ausführlich entwickelte; B.'s Schrift De Radiis wurde separat an den Papst geschickt, ist sie im Vatican aufzufinden? Hat der Vatican die Originale der drei Werke vom Jahre 1267?

4) Vgl. De anima 2, 8, P. 87, 90; Hist. Anim. 4, 9.

5) In Libr. de Interpret. ed. 1570 fol. 290. 6) Megacosm. 67.

7) Vgl. Probus bei Keil, Gramm. Lat. 4, 47; Dositheus ibid. 7, 381; Diomedes ibid. 1, 420; Audax ibid. 7, 323; Victorinus ibid. 6, 4; Donatus ibid. 4, 367; Pompeii Comm. ibid. 5, 95; Sergii Expl. 4, 486; Priscian 2, 5; Cod. Bernensis ibid. 6, XXV; XXXII; CLXXXI; Cassiodor ibid. 7, 215; Fragm. Bob. 7, 538; Isidor, Etym. 1, XIV.

8) Spec. Doctr. 3, 2. B. lässt sich nirgends (Op. Maj. 2, 56, 72, 418 f., 456) ein in den Streit über die Substantialität des Lautes, welcher von den Griechen bis ins Mittelalter hinein die Forscher beschäftigte, vgl. Lersch, Sprachphil. 3, 119 ff.; und Barach, Zur Gesch. des Nominalismus vor Roscellin 1866, 23. — Noch am nächsten dem Substanzbegriff kommt Op. Maj. 2, 57 (habet magis de natura objecti.

»besonderen und inneren« Hindernissen der Forschung (impedimenta studii)[1] kommt und als ersten Punkt die Unkenntniss der weisheitbringenden (sapientialium)[2] Sprachen in Angriff nimmt[3]. Der ganze Rest des Bruchstückes (S. 432—519) ist nun der Grammatik gewidmet und bringt den Gegenstand nicht einmal zu Ende, so dass wir hier Bacon's vollste Ausführung dieses Gegenstandes vor uns haben. Bacon tritt im Compendium Studii freier auf, der Ton seiner Kritik ist rücksichtsloser, besonders gegenüber den Erzlügnern wie Papias, Hugutio, Brito[4]; seine erfrischende Kritik fegt den Wust ihrer elenden Hirngespinnste hinweg. Sein etymologisches Princip, auf die alten zurückgehend[5], wird wiederholt und zur strengen Richtschnur gemacht: etymologia est sermo vel ratio veritatis; sed veritas Græci non dependet a Latino, cum prius non dependet a posteriori etc.

Besonders werthvoll ist die weitere Ausführung derjenigen Gründe für die Nothwendigkeit einer tieferen Sprachkenntniss, die er im Opus Majus und Tert. bereits hat, eine weitere Ausführung, die reich ist an feinen Bemerkungen.

In Brewer's Ausgabe sind diese Gründe[6] typographisch nicht genügend hervorgehoben; es sind die folgenden:

1. (S. 435). Alle Heiligen, Lehrer und Philosophen, Dichter und

---

1) Eine Parallele zu den sieben Peccata Studii des Op. Min.

2) Charles übersetzt es gut mit »philosophiques«; Prantl mit »gelehrt«.

3) Die anderen Hindernisse sind Unkenntniss 2) der Mathematik; 3) der Perspective; 4) der Alchemie; 5) der scientia experimentalis.

4) De magno mendacio ... mendaces 447; quorum mendaciis vulgus opprimitur Latinorum 449; grammaticellae idiotae 450; in hoc ostendunt se esse asinos 452; Hugutio mendax, Brito mendacior 462; Brito indignissimus auctoritate 450; insaniunt contra veritatem 461; Brito videtur furere 461; das stärkste über diesen Brito in der griech. Gramm. bei Charles 359. — Es ist erstaunlich, dass noch das Dictionary of National Biography diesem Wörterbuchsschreiber das Todesjahr 1356 zuschreibt, welches auf Bale (1557 V 89 fol. 437) zurückgeht, von Pits, Du Cange, Fabricius, Way u. s. w. nachgeschrieben wird. — Im Op. Maj. 1, 87 erwähnt er Hugo et eius sectatores, Isidorus et Papias, aber nicht den Brito; wäre dies ein Anhalt dafür, dass B. dessen Opusculum difficilium vocabulorum Bibliae ex Glossis Sanctorum erst zwischen 1267 und 1271 (72) kennen lernte?

5) Op. Maj. 86 citirt er Hieronymus dafür; Comp. St. 449 citirt er den Servius (die Stelle des Textes bei Brewer ist verderbt): Græcum nomen non potest Latinam etymologiam recipere.

6) B. resümirt sie selbst S. 464.

Grammatiker und alle »Weisen der lateinischen Sprache« haben diese fremden Sprachen beherrscht, wir, als ihre filii et successores, müssen ihnen nachstreben. Bacon geht über diesen öfters von ihm erwähnten Grund rasch hinweg, zu

2. »ob wir wollen oder nicht«, müssen wir diese Sprachen lernen, um die Schriften der (lateinischen) Autoren zu verstehen, denn sie sind voller Citate aus diesen Sprachen (pleni . . his linguis). Et ideo cogimur ad debitam notitiam linguarum, aut erimus asini et vacui omni sapientia et doctrina. Es folgen Beispiele zum Beweis dafür a) aus dem Hebräischen mit feiner Kritik derjenigen Ignoranten des Hebräischen, die sich hinter des Hieronymus Autorität verstecken (S. 437)[1]; b) aus dem Griechischen[2].

3. Grammatische Kenntniss ist nothwendig, weil auch die Heiligen sie hochhielten, aber nicht Alles »erklärten«, da sie annahmen, dass ihre Nachkommen ihnen an grammatischer Kenntniss nicht nachstehen würden[3].

4. Sprachkenntniss sei nöthig, um die Irrthümer der Alten zu verbessern. In diesem Abschnitt übt Bacon vorsichtig, aber entschieden Kritik an den Irrthümern der Kirchenväter, die er in den an den Papst gerichteten Schriften nur schüchtern einflicht. Mit aller Ehrfurcht, und ohne ihnen zu nahe zu treten, und mit aller Dankbarkeit müsse doch ausgesprochen werden, dass »Vieles« jetzt anders gestaltet werden »könne« (multa tamen possunt his temporibus cum eorum licentia immutari). Denn ihnen passirte auch etwas Menschliches, und sie waren auch befangen in der Schwäche des menschlichen Geistes, und konnten nicht in Allem zur vollen Wahrheit gelangen. Für diesen Satz citirt er die Autorität des Priscian und Seneca: »Nichts vollkommenes sei in menschlichen Erfindungen zu finden«, »die Wahrheit sei in der Höhe verborgen und in der

---

1) B. vermeidet S. 436 auf das Hebräische einzugehen, wie S. 446 auf das Chaldäische und Arabische. Ueber B.'s eigene Kenntniss dieser Sprachen vgl. Charles S. 123 Note.

2) Beklagt sich über Unkenntniss der griechischen Zahlzeichen, die Beda bekannt waren (ibid. 437) vor John Basingstoke (dessen Namen B. nie erwähnt, obwohl er sicher von ihm gehört hatte). Vgl. auch Isidor, Etym. 1, S. 3, 10; Vincent de Beauvais Spec. Doctr. 3, S. 7.

3) Beispiel aus dem Prol. zu Daniel; Wiederholung seiner Bemerkung über französische Dialecte S. 437.

Tiefe zu finden«, »um jede Wahrheit stünden zahllose Sophismen« u. s. f. Zur Untersuchung von großen Fragen genüge eine Zeitepoche nicht[1]) und »die Menschheit der Zukunft wird manches wissen, was uns noch unbekannt bleibt, und die Zeit wird kommen, wenn die Nachwelt sich wundern wird, dass wir manch Offenbares nicht gewusst haben!« ... Nach diesen großartigen Worten führt er ein Beispiel an statt vieler, aus Gregor. Hiob 35, 43, wo dieser hl. Mann vielleicht nicht Zeit gehabt habe, mehrere Schrifttexte zu vergleichen und nachzuprüfen, wie die Stelle im Griechischen und Hebräischen lautete. Zum Schlusse tadelt er die Thorheit der modernen Theologen (vulgus modernorum theologorum 441), welche Ignoranten die Erklärung des Gregor zu retten suchten.

5. (441). Alle [lateinischen] Heiligen und Weisen lernten Griechisch und Hebräisch wegen der eigenen Sprache; denn das Latein enthalte viele Worte jener Sprachen, die man ohne Kenntniss jener Sprachen weder schreiben, noch aussprechen, noch erklären, noch decliniren könne. Bacon gibt dann eine lange alphabetische Liste solcher griechischer Fremdworte im Latein a) aus der gewöhnlichen Rede (abyssus, adamas, aer etc.), b) aus der kirchlichen Sprache (443 : agios, anachoreta etc.), c) aus der wissenschaftlichen Terminologie der Gelehrten (444 : alphabetum, syllaba etc.). Eine viel kürzere Liste von hebräischen Fremdworten folgt (445)[2]), aber die chaldäischen und arabischen »unzähligen« Fremdworte übergeht er »für diesmal« (ad hanc horam 446).

Seine kritischen Schlussfolgerungen aus den von ihm angeführten Worten sind: a) dass sie für lateinische gehalten werden, wo sie es nicht sind; b) dass ihre Etymologien falsch gegeben werden; c) dass sie falsch geschrieben und falsch ausgesprochen werden; folgt scharfe Kritik der Lügner Papias u. s. w. (447)[3]).

6. Die lateinische Grammatik könne nicht ohne Griechisch verstanden werden (464)[4]).

---

1) Ein Gedanke, der von Seneca, Natur. Quæst. 7, 31 angeregt ist, vgl. Brewer S. 440.

2) Die hier in Brewer's Ms. gegebene Capiteleintheilung stört.

3) Das letzte Capitel ist so angeschwollen, dass B. zu Anfang des 8. Capitels S. 464 das Vorhergehende resümirt.

4) B. will nicht auf Einzelheiten eingehen und verweist auf Priscian, Donat (Major) und Servius; vgl. den achten Grund des Op. Maj.

7. Es gibt keine grundlegenden Originalwerke (textus) im Lateinischen — das Corpus Juris Canonici und Civilis seien keine textus, sondern nur constitutiones praelatorum[1]) et principum (465) — man solle zur Quelle selbst zurückgehen und nicht die trüben abgeleiteten Wässer trinken[2]).

8. Ein achter Grund ist die Unmöglichkeit, aus einer fremden Sprache zu übersetzen[3]).

9. Die Fülle der technischen Ausdrücke aller Wissenschaften, welche dem Lateinischen aus fremden Sprachen geflossen sind[4]).

10. Wie Aristoteles muss die Bibel im Original gelesen werden.

11. Alle Uebersetzungen von philosophischen Werken ins Lateinische sind mangelhaft und irreführend.

12. Es fehlen Uebersetzungen von biblischen Büchern, von wichtigen griechischen Kirchenvätern, selbst von Josephus[5]). Die Kirche schlummere in dieser Hinsicht, und habe seit 70 Jahren nichts gethan, mit Ausnahme dessen, was Grosseteste für Dionysius geleistet habe (Mirum est de negligentia ecclesiae); seit den Tagen des Papstes Damasus habe es weder einen Papst gegeben, noch einen niederen Geistlichen, der sich um Uebersetzungen ernstlich gekümmert habe.

13. Die ursprünglich gut übersetzten Texte sind im Laufe der Zeit corrumpirt, und können nicht verbessert und verstanden, erklärt und gelesen werden ohne Kenntniss der Ursprachen[6]). Diesem 13. Grunde hat Bacon eine ganze Reihe von Gedanken eingefügt, welche seine ausgebreitete Kenntniss ebenso zeigen, wie seinen Scharfsinn und die unglaubliche Ignoranz der Zeitgenossen. Er spricht über die Nothwendigkeit des Griechischen a) zur Bestimmung der

---

1) Das Lob des Can. Jus zu Anfang des Op. Maj. (1, 34 f. vgl. 66) klingt ganz anders! Gegen das Jus Civ. vgl. Comp. St. 419.

2) Eine poetische Stelle S. 466.

3) Der erste Grund des Op. Maj.

4) Der zweite Grund des Op. Maj. Es folgt hier (S. 468) die Anecdote aus seiner Pariser Lehrzeit (?) mit den spanischen Studenten, die er auch im Op. Maj. 1, 67; Op. Tert. 91 erwähnt; ferner die Bemerkung über die Aristoteles-Uebersetzungen, die besser verbrannt würden, und die Grosseteste völlig vermieden habe, sich auf das eigene experimentum und andere Autoren verlassend.

5) Der vierte Grund des Op. Maj. Ich weiche hier von Brewer's Randglosse S. 474 ab.

6) Vgl. bereits Augustin. De Doctr. Christ. 2, 13, den B. citirt S. 475, 478, aber kritisch genug verbessert.

Quantität und des Accents (475 f.)[1]), b) zur Entscheidung bei doppelsinnigen Wörtern (477), c) bei grammatischen Constructionen (477), d) bei Wortabtheilung (478), e) zur Erkenntniss der etwaigen Einschiebungen der Glossatoren (479), bei der Satzinterpunction (480), zur Erklärung biblischer Realien (483)[2]), zur Bestimmung der biblischen Chronologie (488 ff.). —

In dem 9. Capitel beginnt er (495) mit der Griechischen Grammatik und behandelt zunächst 1. das Alphabet und die Laute (495—507), 2. die Silbentheilung (nach Priscian[3]), 507—508), 3. die Accentuation und Prosodie (508—518). Mit dem Anfange des 12. Capitels bricht das Fragment bei Brewer ab, über dessen Bedeutung und Quellen und Zusammenhang mit Bacon's ausgeführter griechischer Grammatik erst nach der (endlich) bevorstehenden Veröffentlichung der letzteren zu sprechen ist[4]).

Was bis jetzt von dieser griechischen Grammatik bekannt ist[5]), sind die wenigen Stellen, welche Charles p. 358—361 citirt. Dieselben zeigen eine enge Verwandtschaft mit dem Comp. Studii. Nach

---

1) Zu a und b. Vgl. Augustin l. c. L. 3, c. 2, c. 3 (talia linguae praecedentis inspectione dijudicantur).

2) Propter nomina propria hominum et propter vocabula locorum, et propter nomina animalium, et plantarum et omnium rerum quae sunt in Scriptura (vgl. auch Op. Min. 353 ff.): völlig mit Augustin's Forderungen übereinstimmend, den B. nicht citirt; vgl. De Doctr. Christ., L. 2, c. 16; c. 29, 30. Der nächste Punkt ibid. c. 29. Bacon's Beispiele chirogrillus (483), nycticorax (485), pellicanus (487) sind selbständig. Interessant die Bemerkung über den chirogrillus = cuniculus in Poitou, Aquitaine, Toulouse und der Provence (483).

3) Dass B. auch den Priscian kritisch betrachtet, s. S. 215.

4) Wenn der Donatus Graecorum, den Joh. v. Basingstoke († 1252) nach Matth. Paris. aus dem Griechischen übersetzt haben soll, nicht eine Mythe ist — Tanner kann kein Ms. dafür anführen, Bibl. 431 — wäre diesem wenigstens die Priorität zuzusprechen. Es ist übrigens merkwürdig, dass B. diesen berühmten Gräcisten und Freund Grosseteste's nie erwähnt. An der Stelle Comp. Stud. 434, wo er über die griech. Lehrer in Italien und England spricht, über Grosseteste's Bemühungen, dieselben nach England zu bringen, hätte er auch Joh. v. Salisbury erwähnen können, der in Apulien Griechisch lernte, Metal. L. 1 c. 15 (p. 40 ed. Giles). Die Notiz bei Voigt, Wiederbelebung des class. Alterthums 2, S. 380 über des Chrysoloras »erste griech. Grammatik«, die der »latein. Welt« gegeben, ist demnach doppelt zu berichtigen.

5) Es gibt davon 2 Mss., a) das älteste in der Bibliothek des Corpus Christi College, Oxford; b) eine Abschrift des ersteren aus dem 17. Jahrh. im Univ. Coll. (Brewer XLI); aus letzterem gibt Charles seine Auszüge.

Charles zerfällt die Grammatik in 3 Haupttheile, jeder in mehrere Distinctiones, und jede dieser in mehrere Capitel. Das Ganze beginnt, wie das 9. Capitel des Comp. Studii (495; Habitis causis propter quas necesse est ut Latini sciant satis de grammatica aliarum linguarum . . Graecae Hebraicae et Arabicae, volo incipere a Græca . .): Manifesta[ta][1]) laude et declarata utilitate cognitionis grammaticae et linguarum Hebraicae Graecae et Arabicae et Chaldeae quantum ad usum Latinorum . . nunc . . primo accedendum est ad grammaticam Græcam etc. Dann folgen Lese- und Schreibübungen (c. 1), ein Tractat über die Diphthonge c. 2, die Accente c. 3, die Abkürzungen c. 4. — Dist. II handelt über die Aussprache, die Namen der Buchstaben, den Artikel u. s. w. Als Leseübung wird das Vaterunser, der engl. Gruß, das Credo etc. gegeben. Es folgen die Zahlenwerthe der griechischen Buchstaben (der Zusatz »rapportées . . . par Jean Basingestoke« rührt wohl von Charles her?). — Der 2. Haupttheil handelt von den Dialecten [über die bereits Isidor Et. 9, 1, 5 spricht], welche sich wie das Picardische und Normannische zum Französischen verhielten; von der Articulation, den Vocalen und Consonanten [über des Pythagoras neue Buchstaben, vergl. bereits Isidor 1, 3, 9]. Bemerkenswerth ist die von Charles 359 angeführte Stelle: Grammatica una et eadem est secundum substantiam in omnibus linguis, licet accidentaliter varietur. Sie findet sich nicht im Op. Maj. und Tert.[2]), und zeigt, dass auch Bacon die Verschiedenheit der Sprachen für secundär, accidental hielt und die Principia essentialia eadem apud omnes, wie Robert v. Kilwardby († 1279) und der philosophische Anonymus (BB) bei Thurot 124—127. Die Liste seiner Autoritäten bei Charles 359 ist merkwürdig: Beda, Priscian, Donat, Servius und die Dichter Lucan, Juvenal, Statius, Horaz, Persius, Juvencus, Arator, Prudentius, Paulinus, Prosper, Sedulius, Isidor, Plinius! Hugutio und Papias erkennt er nicht an, wo sie nicht bestätigt werden durch bessere Autorität, und dem Brito folge er nirgends (quia ubique

1) Manifesta bei Charles; Manifestata bei Brewer, l. c.

2) B. vermeidet in den bis jetzt gedruckten Werken im allgemeinen sprachphilosophische Fragen und jedenfalls muss auf die Veröffentlichung des Compendium Theologiae gewartet werden, ehe man über seine Stellung zum Nominalismus und Realismus endgültig entscheiden kann, vgl. Brewer LXIX.

errat, vel dubia dicit, vel vana, vel probationes legitimas non affert sui capitis stultitia obstinatus. — Die 3. Dist. enthält eine scharfe Kritik einer Grammatik, die dem Aristoteles fälschlich zugeschoben wurde (Charles 360; ist dies Basingestoke's Donatus Græcorum? Sie beginnt: Scientia est ordinatio depicta in anima universitatis et diversitatis causatorum und, wie ich aus Thurot 51 ersehe, findet sich dieser Anfang in Ms. 11277 der Bibl. Impér.). — Nach Charles 360 folgt eine lange Liste der griechischen Lehnworte im Lateinischen [die gleiche wie Comp. St. 441?], darauf ein Abschnitt über die Zahlzeichen und Ignoranz derselben bei Theologen, Medicinern, Astronomen und den Bischöfen, die sie zu den kirchlichen Consecrationen brauchten. Endlich folgen Capitel über Accentuation, Prosodie, die [drei] Declinationen und Conjugationen. Die Grammatik schließt mit dem Paradigma τύπτω [Brewer Op. Ined. LXIV].

Um zum Schlusse ein zusammenfassendes Urtheil über Bacon's Stellung in der Geschichte philologischer Studien zu geben, müssen wir zunächst feststellen — mit dem Vorbehalte, dass die noch unveröffentlichten Werke dies Urtheil verändern mögen —

1. dass Bacon dem Sprachstudium keine hohe, selbständige Stellung unter den Wissenschaften zuerkennt, denn das Studium der Sprachen ist für ihn ein Hülfsmittel für die Theologie und Philosophie;

2. dass Bacon auch den allgemeinen sprachphilosophischen Fragen (ebenso wie der Logik) kein besonderes Interesse entgegenbringt, und zu keinem systematischen Aufbau einer Sprachwissenschaft schreitet, wie Alpharabius erstmalig wenigstens versucht;

3. dass sich bei Bacon keine originellen neuen Gedanken über das Wesen der Sprache oder der grammatischen Kategorien finden;

4. dass Bacon — trotz der verstreuten Bemerkungen über lebende Sprachen — diese letzteren nicht ernstlich in das Bereich seiner Betrachtungen zieht, dass er in dieser Hinsicht den großen Schritt, den Dante that, nicht vorbereitete.

Aber trotz dieser Abzüge müssen wir erkennen, dass Bacon einen ehrenvollen Platz in der Geschichte der Philologie verdient,

1. vor Allem — und dies entspricht seiner allgemeinen Bedeutung in der Geschichte des menschlichen Geistes — wegen der scharfen Kritik, die er ausübte an den grammatischen Traditionen, aus denen sich seine Zeitgenossen nicht befreien konnten;

2. wegen der klaren Erkenntniss dessen, was Noth that auf dem Gebiete bes. der biblischen Textkritik, und vor Allem auf dem Gebiefe der Etymologie; wegen der rücksichtslosen Durchführung eines vom Alterthum bereits aufgestellten, von den früheren Kirchenschriftstellern anerkannten, im späteren Mittelalter aber gänzlich außer Acht gelassenen etymologischen Princips;

3. wegen der unermüdlich wiederholten Forderung gründlicher und breiterer sprachlicher Kenntnisse, und damit einer Vertiefung der sprachlichen Studien im Gegensatz zu der Verflachung derselben bei seinen Zeitgenossen;

4. wegen seiner eigenen gründlichen, besonders griechischen Sprachkenntnisse, welche, wenn sie auch nicht immer unseren Anforderungen genügen, dennoch seiner Kritik eine solide Basis geben und ihn befähigten, die erste selbständige griechische Grammatik des Mittelalters zu verfassen.

Aus diesen Gründen wird man nicht anstehen, in seiner Kritik einen wesentlichen Fortschritt philologischer Studien zu erkennen, und ihn für einen Vorläufer der Philologie der Renaissance zu halten.

Nachtrag. Wenn Prantl, Geschichte der Logik 3, S. 121 sagt: »Hebt man hervor, dass er auf Sprachstudium, auf Physik und insbesondere auf Mathematik hinwies, so soll man bedenken, dass vor ihm der Grammatiker Helias lebte, aus welchem schon Vincent de Beauvais schöpfte, und dass Albert mit reichen Händen Naturkunde spendete, sowie dass Robert Capito die gleiche mathematische Neigung besaß«, so ist darauf zu bemerken: 1) dass Vincent's († 1264) Schöpfen bekannt genug ist, dass dieser, ohne sich der eignen Armuth zu schämen, überhaupt nichts that als schöpfen, dass er, völlig kritiklos, völlig zufrieden ist mit Papias, dass die Idee eines großen etymologischen Wörterbuchs (wie sie B. verschwebte) ihn geradezu erschreckt, Spec. Doctr. 2, 45; und dass B. über jeden Vergleich mit Vincent erhaben ist; 2) dass der Name des Petrus Helias besonders unglücklich gewählt ist. Dieser von Vincent ausgebeutete Priscian-Commentator und lateinische Grammatiker des 12. Jahrh. kommt bei einem Vergleich mit B. überhaupt gar nicht in Frage. Er ist völlig unselbständig und bereits von Thurot (l. c. S. 96, 97) genügend charakterisirt. Evrard de Bethune wäre eher zu nennen gewesen, dessen Graecismus (bes. c. 10) das Gebiet der griechischen Etymologie berührt, aber freilich gerade in der von B. gerügten Weise, vgl. Thurot, S. 109 ff.

Psychologie und Nervenheilkunde.

Von

Willy Hellpach.

Heidelberg.

Die Abgrenzung der Nervenheilkunde innerhalb der gesammten Pathologie ist wesentlich durch historische Momente bedingt worden. Konnte sie doch um so weniger als eine natürliche erscheinen, je mehr die Erkenntniss von der Allgegenwart nervöser Einflüsse im Organismus sich Bahn brach. Dem Siege der chemischen Anschauungen in der Physiologie vermochte auch die neurologische Forschung sich nicht zu entziehen; die Grenzmauer zwischen animalen und vegetativen Verrichtungen verlor ihre Geltung, und in den Theorien Hering's bewegte alles organische Geschehen, und nicht zuletzt das nervöse, sich im Wechselspiel der dissimilativen und assimilativen Vorgänge. An sich war damit das Räthsel der animalen Thätigkeit seiner Lösung keinen Schritt näher gebracht, und Karl Vogt's anmuthiges Gleichniss, dem das Denken nicht schwerer begreiflich war, als die Harnabsonderung, behielt seine Grundirrthümlichkeit in unvermindertem Umfange. Aber der Begriff der Function, der ja leider bis auf diesen Tag, wo immer er auftaucht, zu materialistischen Plattheiten verdreht werden muss, war für die Beziehungen zwischen dem nervösen Chemismus und den nervösen Lebensäußerungen durch hundertfältige Erfahrung nunmehr als anwendbar sichergestellt. Er ist auch heute und wahrscheinlich auch auf geraume Zeit hinaus die einzige Formel, die der Pathologe unbedenklich seinen Schlüssen zu Grunde legen darf. Denn mag nun der Streit um die Art des Zusammenhanges zwischen materiellen und psychischen Vorgängen zu Gunsten der Annahme eines echten Parallelismus, einer unmittel-

baren psychophysischen Wechselwirkung, oder eines erkenntnisstheoretischen Monismus im Sinne Wundt's entschieden werden — an der schlichten Thatsache jenes Zusammenhanges ist nicht zu rütteln, und wenn wir sie in dem Functionsgleichniss zum Ausdruck bringen, so kann keine der umstrittenen philosophischen Meinungen sich begünstigt, keine sich zurückgesetzt fühlen.

Allerdings braucht diesem negativen Vorzug noch kein positiver, der Unanstößigkeit des Functionsbegriffes noch nicht seine Fruchtbarkeit für das pathologische Forschen zu entsprechen. In der That begegnet seine Anwendung gerade innerhalb des neuropathologischen Gedankenkreises nicht unerheblichen Schwierigkeiten. Sie müssen dem Nervenarzt sich um so stärker aufdrängen, je entschiedener seine Wissenschaft neuerdings auf ihrem Entwicklungspfade in den Bereich jenes Schlagschattens geräth, den die Psychiatrie auf das medicinische Denken wirft. Nach der Seite der inneren Medicin hin sind ja die Beziehungen der Nervenheilkunde dauernde und durchaus erfreuliche geblieben. Zwar hat es durchaus nicht an Streitfragen gefehlt, welche die Erkrankungen des Rückenmarks, des Gehirns, auch des peripheren Nervensystems aufwirbelten; aber selbst so verwickelte, so tief ins Psychische hineinreichende Störungen, wie die Ataxie, die Aphasie, die Individualisirung apoplektischer Lähmungen — um nur drei herauszugreifen — sind von Klinikern, die das Riesengebiet der gesammten inneren Medicin zu verwerthen hatten, in durchaus mustergültiger Analyse der einzelnen Erscheinung, in vielfach geistreicher und doch meist wohlüberlegter, kühler Interpretation unserem Verständniss um ein gutes Stück näher gerückt worden. Desto schlimmere Verwirrung aber ist auf der anderen Seite eingerissen, wo die Nervenheilkunde der Wissenschaft von den Geistesstörungen die Hand reicht. Lange genug hatte die theologische Auffassung des Irreseins die Verbindung der Psychiatrie mit der übrigen Medicin verhindert. Als dann dieses Vorurtheil gebrochen war, und man in der Dementia paralytica sogleich ein klassisches Krankheitsbild vor sich hatte, das schwere nervöse mit schweren psychischen Symptomen vereinigte, da wurde das wissenschaftliche Zusammenarbeiten beider Disciplinen einfach zur Thatsache, zur Nothwendigkeit. Die endgültige Verwischung der Grenzen knüpft sich freilich erst an die Namen Charcot und Beard. Mit dem umfassenden Studium der Hysterie, der

Entdeckung der Neurasthenie hebt das Zeitalter der »Neurosen« an; damit beginnt zugleich die Psychologie in der Nervenheilkunde eine Rolle zu spielen — wenn es auch manchmal eine recht seltsame Psychologie zu sein scheint.

Allerdings ist die Zugehörigkeit der Hysterie, der Neurasthenie und der mit der Hysterie so oft in einem Athem genannten hypnotischen Erscheinungen zum Ressort des Neuropathologen eine sehr bestrittene; vielleicht erhält sie sich überhaupt nur aus dem praktischen Grunde, dass der Neuropathologe zugleich Nervenarzt ist. Das Irresein steht bei den Laien immer noch in einem unerfreulichen Geruch, während das Sprechzimmer des Nervenarztes für viele Menschen etwas unbestimmbar Anziehendes hat. Auch pflegt der Unkundige die Schwere einer psychischen Erkrankung gewöhnlich nach der Deutlichkeit der intellectuellen Störungen abzuschätzen, eine einzige Sinnestäuschung bedeutet ihm viel mehr, als die tiefste Depression der Gefühlslage, und während man sich das Loos eines Menschen, der »den Verstand verliert«, in den schwärzesten Farben malt, wird der Gemüthskranke weniger hoffnungslos beurtheilt: »Verstimmungen« rangiren noch bei den »Nerven«, und an den »Geist« denkt man erst bei Hallucinationen und Wahnideen. Daraus erklärt es sich, dass Hysterische und Neurastheniker fast ausschließlich vom Nervenarzt in größerer Anzahl beobachtet werden — oder von solchen Irrenärzten, die gleichzeitig nervenärztlicher Praxis obliegen — dass die meisten Veröffentlichungen über beide Krankheiten von Nervenärzten stammen, und wir auch das weitere Studium dieser »Neurosen« vorzüglich von nervenärztlicher Seite zu erwarten haben. Von einer Reihe leichterer psychopathischer Behaftungen, die ja überall Aeußerungen der erblichen Entartung sind, gilt das Nämliche, und da die Hypnose in diesen Dingen am meisten ihre heilende Kraft bewähren soll, während die meisten Geisteskranken nach dem Urtheil der erfolgreichsten Hypnotisten sehr schwer einzuschläfern sind, so reiht auch sie sich den Erscheinungen an, die grundsätzlich bei ihrem vorwiegend psychischen Symptomencomplex den Irrenarzt beschäftigen sollten, thatsächlich jedoch der Nervenheilkunde sich einfügen. Da aber psychischen Vorgängen nur auf dem Wege psychologischer Betrachtung und Analyse ein Verständniss abzugewinnen ist, so gilt die Feststellung, dass der Nervenarzt zum guten Theil auch Psycholog

sein müsse, in den Augen aller Vertreter der Nervenheilkunde heute wohl als eine Selbstverständlichkeit.

Indess, unter einem Psychologen versteht man sehr Verschiedenes. Der Laie verbindet damit den Begriff des Menschenkenners, und viele Nervenärzte werden derselben Meinung sein. Es liegt mir fern, die Gabe der Menschenkenntniss im mindesten verkleinern zu wollen. Ist sie doch der praktische Ausdruck jener Veranlagung zur Beobachtung und zum Verstehen psychischer Erlebnisse, die auch unser Jubilar für die Vorbedingung ersprießlicher Bethätigung auf psychologischem Gebiete hält. Aber abgesehen davon, dass jede Anlage zur flachen Routine werden kann, über deren Erfolge wir uns nur zu leicht bequemer Selbsttäuschung hingeben; dass dieser Selbsttäuschung der Nervenarzt besonders leicht verfällt, weil er seine Kranken zumeist weniger lange Zeit fortbeobachten kann, als etwa der Leiter einer Irrenanstalt: abgesehen hiervon, meine ich, liegt nicht so sehr an den wissenschaftlichen Psychologen, liegt viel mehr an den hitzigen Verfechtern des Monopols praktischer Menschenkenntniss die Schuld, wenn die Beziehungen zwischen ihnen und der methodisch forschenden Psychologie in letzter Zeit sich ersichtlich verschlechtert haben. Auf dem in vieler Hinsicht eigenthümlichen Münchener Psychologencongress hat der Leiter einer der größten deutschen Universitäts-Irrenkliniken, hat Flechsig mit Genugthuung die Möglichkeit betont, dass durch seine — anatomischen — Arbeiten der Vulgärpsychologie wieder ein breiteres Wirkungsfeld eingeräumt werden könne, als es gegenwärtig zu geschehen pflege. Man denkt dabei unwillkürlich an die berühmten alten Aerzte, die ihre wesentlichen Diagnosen aus dem Puls schöpften. Gewiss haben sie damit oft Bewundernswerthes geleistet; aber sollte uns diese Anerkennung dazu verleiten, uns der modernen Untersuchungsmethoden zu begeben und zur guten, alten Pulsdiagnostik zurückzukehren? Flechsig's Hoffnung ist diesem Ansinnen ungefähr gleichwerthig. Wenn die eindringliche und methodisch geführte psychologische Analyse der Menschenkenntniss schadet, deren Urtheile und Ergebnisse nicht bestätigt, so kann das nur an der Unvollkommenheit der Menschenkenntniss liegen, und wem es um diese ernst ist, der wird kein anderes Gefühl als das der Dankbarkeit hegen gegen eine Forschung, die es ihm ermöglicht, seine intuitiven Schlüsse zu prüfen, zu sichern, an Zuverlässigkeit zu vervollkommnen.

Ganz recht, mag man mir einwerfen; aber eine solche Forschung sei eben die sogenannte moderne Psychologie leider nicht. Flüchtige Betrachtung wird diesem Einwurf leicht ihr Ohr leihen. Die vulgäre Psychologie ist von Aristoteles' bis auf Flechsig's Zeiten über die Etiketten, die sie den geistigen Vorgängen aufgeklebt hat, im wesentlichen sich einig geblieben. Vernunft, Verstand, Denken, Erinnerung, Phantasie, Gemüth, Gefühl, Trieb, Begehren, Wille — diese Bezeichnungen leben nach zweitausendjährigem Dasein anscheinend ungebrochen und unerschütterlich weiter, trotz aller Wandlungen, die das Menschengeschlecht von der Erziehung Alexanders des Großen bis zum Münchener Psychologencongress durchgemacht hat; und das allerneueste Lehrbuch der Physiologie, dessen Schöpfer v. Bunge nachdrücklich zu idealistischen, teleologischen und vitalistischen Anschauungen sich bekennt, hat in seiner anerkennenswerthen Ehrenrettung des zu Unrecht verlachten Joseph Gall auch dessen »Gutmüthigkeitscentrum« wieder lebendig zu machen versucht: genau an der Schwelle des zwanzigsten Jahrhunderts. Dem gegenüber befindet sich freilich die wissenschaftliche Psychologie in einem Zustande bejammernswerther Uneinigkeit. Feindlich stehen Intellectualisten und Voluntaristen einander gegenüber: jene werden von diesen beschuldigt, das geistige Leben in die Schablone der Association zu zwängen, die vor allem außer Stande sei, die Einheit der psychischen Erlebnisse im Ich begreiflich zu machen; und sie geben den Vorwurf zur Antwort, dass der Voluntarismus aus dem Inventar der speculativen Psychologie als eine der dunkelsten Wesenheiten die mystische »Apperception« übernommen habe und damit letzterdings das Gebäude seiner Erkenntniss auf transcendentalem Sande errichte. In der That liegt die Sache derart; immerhin könnte man diese Kämpfe kaum für beklagenswerth halten, so wenig wie etwa den Gegensatz zwischen kinetischer und energetischer Auffassung in der modernen Physik und Chemie, zwischen selectiver Variation und explosiver Mutation in der Entwicklungslehre, wenn sie nicht zuweilen Formen angenommen hätten, die über Maß und Ziel hinausgingen. Kein Voluntarist, und ich bekenne mich ohne Einschränkung zu dieser Gruppe, wird der Associationspsychologie das Verdienst bestreiten, dass sie die Theilnahme an der psychologischen Forschung gerade in medicinischen Kreisen geweckt und gefördert, die Herr-

schaft der Vulgärpsychologie vielfach gebrochen oder doch erschüttert hat. Und wenn Ziehen mit Nachdruck die Legende der unbewussten, unterbewussten, oder ähnlicher psychischen Vorgänge zurückweist, so darf er, der populärste Intellectualist unserer Tage, des Beifalls von der voluntaristischen Seite sicher sein. Es steht allerdings auf einem ganz anderen Blatt, wenn derselbe Ziehen »mit mehr Beharrlichkeit als Umsicht« — wie Wundt es kennzeichnete — immer von neuem das Märchen von der Wiedereinführung der speculativen Größe »Wille« durch die Apperceptionspsychologie und ihren Altmeister Wundt vorträgt, obzwar die Darlegung der apperceptiven Vorgänge im »Grundriss der Psychologie« keinem Unbefangenen eine solche Befürchtung nahezulegen geeignet ist. Diese Methode, einen vorhandenen Riss zu erweitern, ist ein Stück jener Kampfesweise, die neuerdings in wissenschaftlichen Kreisen eine sehr beklagenswerthe Beliebtheit zu gewinnen scheint — nicht eben zum Vortheile der Forschung. Ich meine, auch hier hat unser Jubilar ein Vorbild gegeben, wie man einerseits pseudowissenschaftliche Bestrebungen rücksichtslos abschütteln darf — ich denke an seinen Brief über den Spiritismus — anderseits aber Differenzen in der Auffassung dieses oder jenes Problems bei der denkbar prägnantesten Formulirung dennoch so behandeln kann, dass die Möglichkeit einer fruchtbaren Arbeitsconvergenz in vollem Umfange gewahrt bleibt: erinnern wir uns seiner Abhandlungen über die psychophysische Causalität, über den Hypnotismus, über den naiven und kritischen Realismus, über Sprachgeschichte und Sprachpsychologie, um nur die umfangreichsten und bedeutsamsten herauszugreifen. Mögen also Intellectualisten und Voluntaristen in aller Schärfe ihre Fehden austragen, eines sollten sie einander auch in der Kampfeshitze niemals absprechen: die Wissenschaftlichkeit. Denn sie ist der gemeinsame Boden, auf dem sie gegenüber der vulgärpsychologischen Ignoranz sich zusammenfinden.

Freilich geräth der Nervenarzt, der die moderne Psychologie kennen zu lernen sucht, am ehesten in die Gefahr, jenen Gegensatz der beiden Richtungen zu überschätzen. Denn der Niederschlag, den die intellectualistische und die voluntaristische Ansicht in psychiatrischen Veröffentlichungen gefunden haben, vermischt sich hier naturgemäß mit klinischen Fragen, die aus der besonderen Entwicklung

der Irrenheilkunde ihren Ursprung herleiten. Dass er dadurch sich modificirt, ist selbstverständlich; dass diese Veränderung im Sinne einer Verschärfung der principiellen psychologischen Gegensätze sich äußerte, mag man bedauern, aber wer die Lage der Irrenheilkunde und die Art der sie beherrschenden Controversen kennt, wird es begreifen. Die Unversöhnlichkeit der klinischen Gesammtanschauungen, die den von unsern beiden hervorragendsten Irrenärzten, von Kraepelin und von Wernicke geschaffenen Darstellungen der Psychiatrie ihren Stempel aufprägt, kommt schließlich auch in allen denjenigen Ausführungen zu Tage, die theoretisch zwar in der wissenschaftlichen Psychologie wurzeln sollten, praktisch und historisch aber hundertfältig von klinischen Rücksichten beeinflusst sind, sodass ihre Divergenz viel stärker erscheint, als in den Lehrbüchern und Organen der intellectualistischen und voluntaristischen Psychologie. Ja es kann dahin kommen, dass der intellectualistische Irrenarzt den mit der Vulgärpsychologie sich bescheidenden Collegen, die seine klinischen Ansichten theilen, schließlich näher steht, als dem Voluntaristen, und bei jenen gegenüber diesem Autorität und Nachfolge genießt.

So nahe es also auch für die Nervenheilkunde zu liegen scheint, in der Nutzbarmachung des psychologischen Wissens für ihre besonderen Zwecke an das gleiche Vorgehen der Psychiatrie anzuknüpfen, so wenig Befriedigung wird dieser Versuch ihr gewähren können, da sie sich vor klinische Gegensätze gestellt sieht, deren Eigenart die psychologischen Folgerungen verwischt und verfälscht, ohne doch dem Neurologen ein wesentliches Interesse zu bieten. Daraus ergibt sich aber die Nothwendigkeit, dass die Nervenheilkunde in der psychologischen Interpretation der Hysterie, der Nervosität und der leichteren psychopathischen Zustände ihre eigenen Wege gehe und darauf verzichte, die Argumente für ihre Discussion aus den psychiatrischen Erfahrungen zu schöpfen. Die Wechselbeziehungen zwischen Psychologie und Nervenheilkunde können nur unmittelbare sein, wenn ihr Nutzen verbürgt werden soll, da sie auf dem Umwege über die Psychiatrie in ein Netz ganz andersartiger Fragen sich zu verstricken und zu verlieren drohen.

Das umfassendste Problem der Neurologie nun, das psychologischer Analyse zugänglich ist, ja durch sie allein aufgehellt werden

kann, stellen die sogenannten psychogenen Krankheitserscheinungen dar.

Ueber ihre Ausdehnung gehen die strenge, theoretische Begriffsbestimmung und der nervenärztliche Sprachgebrauch nicht unwesentlich auseinander. Im weitesten Sinne ist psychogen jeder körperliche Vorgang, den psychische Erlebnisse hervorrufen. Man sieht, dass diese Definition die ganze Parallelismusfrage aufrollt; und wenn der Nervenarzt über dieses philosophische Hinderniss hinaus will, so ist die Functionsformel das Einzige, woran er seine Hoffnung klammern kann. Wie lange, wird sich ja später zeigen; vorläufig heißt es, sie acceptiren. Auf unseren besonderen Fall angewandt, würde sie dann etwa besagen, dass es Parallelreihen psychischer und physischer Erscheinungen gibt, in deren Ablauf zunächst nur die psychischen erlebt werden, die physischen aber verborgen bleiben, während von einem bestimmten Punkte ab dieses Verhältniss sich umkehrt, physische Processe sichtbar werden, die psychischen dagegen einen Inhalt und eine Färbung gewinnen können — nicht müssen — die zu dem bisherigen Gesammtvorgange in keiner unmittelbaren Beziehung mehr zu stehen scheint. Ueberschreite ich z. B. das Geleise einer Straßenbahn und sehe unvermuthet einen Wagen in voller Fahrgeschwindigkeit um die Ecke biegen, so erlebe ich zuerst einen ganzen Complex psychischer Vorgänge: Den Anblick des Wagens, den Schreck, den Trieb mich zu retten. Hierauf folgen sehr rasch die körperlichen Ereignisse des Erblassens, des Zitterns, des Beiseitespringens; sie dauern, wenn auch abgeschwächt, noch eine ganze Weile fort, indem ich blass bleibe, zittere, mein Gang hastig und erregt ist. Während dessen können jene psychischen Erlebnisse in eine froh erregte Stimmung ausklingen, die sich mit Erwägungen über die Gefahren der Verkehrsmittel verbindet; die Dazwischenkunft eines Bekannten, ein decorirtes Schaufenster können aber auch ganz neue Vorstellungen in den Blickpunkt des Bewusstseins rücken, deren Gefühlsbetonung jene Erwägung durch eine andersartige Stimmung ablöst. Mag dies, mag jenes der Ausgang sein: keinesfalls beziehe ich das Fortdauern der körperlichen Erscheinungen auf die zugleich damit sich abspielenden geistigen, sondern nur an jener Stelle, wo ich erschrocken bei Seite sprang, scheinen mir Psychisches und Physisches causal verknüpft zu sein Es sei gänzlich dahingestellt, wie

dieser Anschein zu Stande kommt; er ist als Thatsache gegeben, ist der Grund für uns, den physischen Vorgang als durch den psychischen hervorgerufen zu betrachten, ihm einen psychogenen Ursprung zuzuschreiben. In diesem Sinne sind also alle äußeren Willenshandlungen, alle Ausdrucksbewegungen, alle körperlichen Begleiterscheinungen der Gefühle psychogen.

Die praktische Nervenheilkunde engt jedoch den Inhalt des vielgebrauchten Wörtchens wesentlich ein. Für sie sind solche Krankheitssymptome, deren physische Ursache nicht festzustellen ist, functionell, psychogen aber erst dann, wenn sie nachweislich durch psychische Erlebnisse hervorgerufen sind. Indem an Stelle der psychischen Erlebnisse meist noch die Vorstellung tritt, heißen psychogene Krankheitserscheinungen dann alle körperlichen Symptome, die durch Vorstellungen verursacht werden. Für Moebius deckt sich diese Definition mit derjenigen der hysterischen Vorgänge. Er ergänzt allerdings die Vorstellung gelegentlich durch die mit ihr verbundene Gemüthsbewegung, und anderwärts wiederum durch das an sie geknüpfte Wollen oder Nicht-Wollen. Damit erlangt der Begriff des Psychogenen seine alte Ausdehnung wieder, und in der That hat gerade Moebius immer von Neuem darauf hingewiesen, dass eine absolute Trennung der hysterischen Erscheinungen von den psychogenen Processen des normalen Lebens undurchführbar sei. Trotzdem lassen die von ihm gegebenen Darlegungen über das Wesen der Hysterie, sozusagen die classischen innerhalb der deutschen Nervenheilkunde, gerade in der Interpretation des Psychogenen an Schärfe und Unzweideutigkeit zu wünschen übrig. Und doch angelt in diesen Entscheidungen die endgültige Absonderung der Nervosität und der neurasthenischen Psychopathien von der Hysterie, zu der so viele Neurologen sich noch immer nicht haben entschließen können.

Moebius trennt mit der einfachen Klarheit, die wir an ihm bewundern, die motivirenden von den im engeren Sinne ursächlich wirkenden Seelenvorgängen[1]). Diese Eintheilung kommt den Anschauungen der voluntaristischen Psychologie entgegen. Jener Schein einer causalen Verknüpfung zwischen Psychischem und Physischem,

1) Moebius, Neurologische Beiträge, Heft I, S. 1—31.

dem wir vorhin begegneten, jene Illusion der psychomotorischen Activität oder, vulgär zu reden, der Willensfreiheit, ist eine Thatsache, die bei jedem Kampf der Motive an den Sieg des einen Motivs, die Entscheidung, sich knüpft, und erweist sich als ein eigenthümliches Gefühl der Thätigkeit, das wir wohl in der Richtung der lösenden Gefühle zu suchen haben. In unserem früher angezogenen Beispiel wirkten also der Anblick des Wagens, die Furcht getödtet zu werden und die Erwägung, dieser Gefahr nur durch rasches Ausweichen entgehen zu können, motivirend für das Beiseitespringen. Denn die Erwägung ist zweifellos vorhanden, mag sie auch auf einen Augenblick sich zusammendrängen. Ein Kind bleibt vielleicht müßig stehen, weil es die Gefahr nicht kennt, und der Erwachsene wird die Schnelligkeit seines Ausweichens je nach dem heraneilenden Gefährt abmessen: eine Droschke dürfte sein Tempo erheblich mäßigen, und einem trabenden Reiter würde er vielleicht überhaupt nicht Platz machen, indem über die anfängliche Vorstellung, überritten zu werden, die andere siegt, dass auf dieser Straße das Reiten unstatthaft und der Reiter zum Ausweichen verpflichtet sei. Die Hülflosigkeit des Kleinstädters beim Ueberschreiten eines verkehrsreichen Platzes in der Großstadt beruht ja gerade auf der Langsamkeit, mit der diese Entschlüsse reifen, weil die Erfahrung fehlt, die den Vorstellungen ein bestimmtes Maß motivirender Kraft verleiht. Diese Kraft liegt, wie wir wissen, in dem Gefühlswerth, der den einzelnen Vorstellungen innewohnt: die Furcht zu verunglücken ist zunächst überwältigend stark gegenüber dem Wunsche, hinüber zu gelangen, und der Sorge, durch Zögern sich lächerlich zu machen; erst die Erfahrung mäßigt jene Furcht so weit, dass sie nach und nach mit den beiden anderen Gefühlserlebnissen in einen echten Widerstreit treten und ein Kampf der Motive sich vollziehen kann. Dieser Kampf drängt sich zeitlich dann immer enger zusammen, aber er besteht fort, desto deutlicher, je stärkere Gefühlsgegensätze die Persönlichkeit beherrschen: der Vorsichtige weicht auch dem Reiter aus, vielleicht sogar einem sehr eilig daherstürmenden Fußgänger, der bei aller Vorsicht mehr trotzig Veranlagte wird in diesen Fällen seinen Weg unbeirrt weiter gehen, nachdem er sich überlegt hat, dass der bedrohende Theil kein Recht habe, ihn zu verdrängen, aber auch er flüchtet vor dem elektrischen Wagen oder einem wild gewordenen

Pferde, weil die Vorstellung, dass mit Elektricität und mit Thieren sich nicht rechten lässt, zu der Besorgniss überrannt zu werden, verstärkend und damit entscheidend sich gesellt. In jedem Falle bleibt also, das sollten diese Ausführungen festlegen, das Ausweichen ein Wahlact, bleiben die ihm vorangehenden psychischen Erlebnisse motivirende. Ganz anders steht es um das Zittern und Erblassen. Sie sind körperliche Folgen der auch den Affect der schreckhaften Furcht auslösenden Vorstellung des Wagens, aber nicht durch sie motivirt, sondern verursacht. Das heißt: ihr Eintritt vollzieht sich nicht unter einem Gefühl der Thätigkeit, sondern des Erleidens; wir fühlen uns an ihrem Zustandekommen unbetheiligt, wir können es nicht verhindern, auch wenn ein unerwartetes Haltmachen des Wagens das Ausweichen hemmt. Dem Wahlact wohnt Zweckmäßigkeit inne, und selbst wenn die Entscheidung falsch ausfällt, wenn etwa der Reiter uns rücksichtslos überrennt, so war sie doch zweckmäßig hinsichtlich des ganzen Vorgangs, wie er sich in uns abgespielt hat, mochten auch unsere Erwägungen der Wirklichkeit nicht entsprechen und uns so zu einem verkehrten Entschlusse drängen: der Alkoholdelirant, der nach einer hallucinirten Ratte schlägt, handelt subjectiv zweckmäßig. Jene nicht motivirten, sondern verursachten Erscheinungen aber sind überhaupt nicht in diesem Sinne gerichtet, sie erweisen sich für unser Handeln als gleichgültig, ja von einer gewissen Stärke ab als zweckwidrig. Wen der Schreck über einen heransausenden Wagen regungslos auf der Stelle festwurzelt, der wird nothwendig verunglücken; wer bei kleinen Anlässen erröthet, gibt Geheimnisse hülfloser preis als der unvorsichtigste Schwätzer. Im Sinne von Moebius nun dürften wir nur den Theil unseres Beispielvorgangs als psychogen bezeichnen, der außerhalb der Motivirung liegt; und hysterisch wären dann alle solche Erscheinungen dieser Gruppe, die außergewöhnlich leicht und heftig eintreten, oder aber die bei Gesunden überhaupt nie beobachtet werden. Mit anderen Worten: psychogen sind alle psychisch bedingten, aber nicht motivirten körperlichen Vorgänge; hysterisch sind alle in ihrer Art oder Stärke außergewöhnlichen, d. i. krankhaften psychogenen Processe. Es ist klar, dass danach eine Grenze zwischen psychogenen und hysterischen Erscheinungen überhaupt nicht zu ziehen, dass, wie Moebius in der That sich ausdrückt, »sozusagen Jeder ein wenig hysterisch« ist.

Soweit wird die Psychologie kaum Veranlassung haben, der Umschreibung des Begriffs »psychogen« irgend welche Einwürfe zu machen. Nun gerathen wir aber an zwei Zusätze, welche die Sachlage durchaus verdunkeln. Die Ergänzung der Vorstellung durch die »mit ihnen verbundenen Gemüthsbewegungen«, die Moebius gelegentlich vollzieht, wandelt sich in Kraepelin's Darlegung der Hysterie zu »gefühlsstarken Vorstellungen, ja oft Gefühlen, deren Vorstellungsinhalt ein sehr unklarer ist«[1]). Kraepelin gelangt von hier aus zu dem Schlusse, dass beim Zustandekommen der hysterischen Erscheinungen »gesteigerte Ausgibigkeit der gemüthlichen Erregungen und krankhafte Ausbreitung ihrer unwillkürlichen Begleiterscheinungen eine wesentliche Rolle spielen«[2]). Vielleicht noch schwerwiegender, als diese Consequenz, ist der andere Satz von Moebius: es handle sich nicht um eine Vorstellung, denn diese könne als solche nicht wirken, sondern um eine Vorstellung plus Wollen oder Nicht-Wollen[3]). Wie weit durch diese beiden Modificationen die klinische Abgrenzung der Hysterie erschwert wird, ist hier nicht zu erörtern. Aber auch die Psychologie hat Grund, die ernstesten Bedenken zu erheben, da sie den eben erst festgelegten Begriff des psychogenen Vorganges in einen vieldeutigen Nebel auseinanderfließen sieht. Sie wird freilich bei der kritischen Discussion jener Ergänzungen auf das Hereinziehen klinischer Factoren nicht ganz verzichten können, ihnen freilich nur für das Verständniss der Gründe und Gegengründe, nicht aber für die Entscheidung ein Gewicht beilegen dürfen.

In Kraepelin's Abhandlung der Hysterie treffen wir auf eine Eingangs- und eine Ausgangsdefinition. Diese wurde eben wiederholt; jene bestimmt das Charakteristische an der Hysterie durch »die außerordentliche Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher sich psychische Zustände in mannigfaltigen körperlichen Reactionen wirksam zeigen«[4]). Die Differenz zwischen diesen beiden Fassungen springt ins Auge: die spätere geht psychologisch weit über die frühere hinaus. Allein nicht bloß weit, sondern in folgenschwerster Weise: durch sie wird die Hysterie psychologisch eine andere Krankheit,

1) Kraepelin, Psychiatrie, 6. Aufl., II, S. 511.
2) A. a. O., S. 512.
3) A. a. O., S. 17.
4) A. a. O., S. 492.

als sie vorher erschien. Eingangs erfahren wir die intensive und extensive Steigerung der körperlichen Reaction auf psychische Zustände als das Kriterium der hysterischen Erkrankung; Ausgangs aber ordnet sich dieser Steigerung eine solche der Gemüthserregungen, also psychischer Processe, zu oder gar über. Dass Kraepelin diese Erweiterung mit voller Absicht vollzieht, beweist die gegen Moebius polemisirende Stelle, die den hysterischen Charakter — Temperament, Gemüthsanlage — unter allen Umständen im Bilde der Hysterie neben den Stigmata und Anfällen — sensorischen und motorischen Veränderungen — fordert[1]). Denn es bedarf keines Beweises, dass die Stigmata und Anfälle den Ausdruck jener Steigerung der körperlichen Reaction, die eigentlichen psychogenen Symptome bedeuten, dass hingegen der hysterische Charakter in der erhöhten gemüthlichen Erregbarkeit seine Grundlage findet. Nun spricht sich zwar Kraepelin an keiner Stelle scharf darüber aus, ob er sich die psychogenen Thatsachen aus der psychischen Alteration geradezu herleitbar denkt: das ist aber nicht anzunehmen, da wir ja die gesteigerte Gefühlslabilität in anderen klinischen Bildern wiederfinden, ohne dass sie in körperlichen Symptomen von außergewöhnlicher Intensität, Extensität und Qualität wirksam würde. Es handelte sich danach nur um ein Nebeneinander, aus dem das klinische Bild der Hysterie sich ergäbe, und die abweichende Auffassung der zweiten Definition hätte wohl klinische, aber nicht psychologische Färbung. Allein in Wirklichkeit ist diese Trennung nicht durchführbar, sondern unweigerlich wirft das klinische Denken auch sein Licht oder seinen Schatten auf die Psychologie. Die psychogenen Vorgänge können, wenn sie die Reaction des Körpers auf Gemüthsbewegungen bedeuten, doch nur aus den ganz bestimmten Gemüthsbewegungen der fraglichen hysterischen Person ihren Ursprung nehmen, und die sind wiederum in der Gemüthsanlage, eben im hysterischen Charakter, latent. In der That spricht denn auch Kraepelin die Vermuthung aus, dass die gesteigerte gemüthliche Erregbarkeit das Auftreten psychogener Erscheinungen begünstige, deren größere Häufigkeit beim Kinde und beim Weibe darum nicht zu verwundern sei.

Die kritische Betrachtung dieser Ansicht muss zuvörderst die

1) A. a. O., S. 512.

Frage aufwerfen, woran wir die Stärke eines Affectes beim Nebenmenschen zu erkennen vermögen. Wir antworten: einzig an dem Umfange der psychogenen Erscheinungen, die dabei sichtbar werden. Denn das andere Merkmal, an das man vielleicht noch denken könnte, die Beschaffenheit der Endstimmung, in die der Affect ausklingt, ist durchaus unzuverlässig. Es lässt nicht einmal auf die Dauer des Affects einen sicheren Rückschluss zu: viele Menschen kehren nach einem heftigen Gefühlsausbruch, auch wenn er sich eine beträchtliche Weile hinzieht, schließlich doch in raschem Tempo in die normale Stimmung zurück, bei anderen bleibt nach geringfügigen und sehr kurz dauernden Affecten noch lange Zeit eine veränderte Gefühlslage bestehen; und innerhalb jeder der beiden Gruppen können sogar wieder die lustvollen und die unlustigen Affecte verschieden im einen oder anderen Sinne wirken. Die psychogenen Vorgänge bleiben also der einzig mögliche Gradmesser für die Intensität einer Gemüthsbewegung. Freilich pflegt der Durchschnittsmensch zum Glauben an eine gesteigerte Gefühlserregbarkeit nur sehr schwer bestimmbar zu sein: außergewöhnlich starke psychogene Reactionen erwecken immer sein Misstrauen, seinen Verdacht, dass Komödie gespielt werde, und sind nie davor sicher, als Zeichen der Ueberspanntheit gedeutet zu werden. Zwar besteht zwischen beiden Urtheilen — komödienhaft und überspannt — ein kleiner Unterschied, indem der Ueberspannte für etwas ehrlicher und mehr für bedauernswerth gilt, als der Komödiant; aber sehr streng wird diese Nüancirung im praktischen Leben nicht gerade durchgeführt. Bei aller missverständlichen Schätzung, die der einzelne Fall sehr oft dadurch erfährt, steckt in diesem Misstrauen des Laien gegen starke Gefühlsäußerungen doch eine richtige Einsicht: dass nämlich, so sehr wir bei der Werthung von Affectstärken auf die Beobachtung der psychogenen Vorgänge angewiesen sind, eine durchgängige Proportionalität zwischen Gemüthserregung und Ausdruckserscheinung doch nicht besteht, und dass vornehmlich solche psychogenen Symptome, die im Verhältniss zu dem Erlebniss außergewöhnlich stark sind, nicht ohne Weiteres als ein Ausdruck wirklich lebhafterer Gemüthserregtheit gedeutet werden dürfen, dass sie vielmehr auf das Bestehen einer abnorm leichten Auslösbarkeit körperlicher Reactionen durch psychische Vorgänge, als hysterisch im Sinne der ersten

Definition Kraepelin's und der von Moebius, den Verdacht lenken müssen.

Das gilt aber am allermeisten von den Erscheinungen der Hysterie, soweit sie uns bekannt sind. Es ist doch kein Zufall, dass es so unsägliche Mühe gekostet hat, das Vorurtheil des Simulationsargwohns gegenüber den Hysterischen zu beseitigen. Soweit überhaupt die praktische Psychologie, die Beurtheilung des Nebenmenschen nach Analogieschlüssen aus den Ergebnissen der Selbstbeobachtung etwas Richtiges zu Tage fördern kann, gelangt sie immer wieder zu dem Ergebniss, dass die innere Bewegung der Hysterischen im Vergleich zu den sie begleitenden Ausdruckserscheinungen ganz unverhältnissmäßig gering sei. Mit Recht hebt Moebius hervor, dass die Hysterischen über die Entstehung ihrer Stigmata vielfach sich nicht die mindeste Rechenschaft zu geben vermögen. Jeder in normalen Stimmungslagen lebende Mensch weiß aber über den jeweiligen Ursprung eines psychogenen Vorganges Bescheid, wenn er auch nicht Herr über den Vorgang selber ist; und von jedem an gesteigerter Gemüthserregbarkeit Leidenden gilt das Nämliche. Überall jedoch, wo die Gemüthsbewegungen sehr gering sind, verglichen mit den sie zum Ausdruck bringenden körperlichen Processen, ändert sich die Sachlage, fällt das Bewusstsein vom Zusammenhange zwischen Ausdruck und Affect weg. Ich erinnere nur an das pathologische Erröthen mancher Menschen. Vor allem aber scheint mir der Schluss ex juvantibus, der in der Medicin nicht selten ein wenig übereilt wird, hier von schlagender Beweiskraft zu sein: die psychische Behandlung der Hysterie, die Art ihrer Erfolge und Misserfolge, weist ganz unverkennbar darauf hin, wie wenig den psychogenen Thatsachen die psychischen proportional sind. Gerade darum ist ja das rechte Anfassen des Hysterischen eine so schwierige, so unsichere und so oft missglückende Kunst, weil der Complex der psychogenen Erscheinungen ein bis zur Unkenntlichkeit gehendes Zerrbild des Gemüthszustandes liefert. Wie oft machen sich wirklich heftige Erregungen in den gewöhnlichen Ausdrucksmitteln Luft, ohne etwas Außergewöhnliches zu hinterlassen, während mitten in einer ganz ruhigen Periode urplötzlich ein Stigma sich einstellt! Wie überdauert dieses nicht selten die verschiedensten Stimmungslagen, um dann in einem Augenblicke zu schwinden, wo der Arzt es am wenig-

sten erwartet hatte! Wir kommen also zu dem Ergebniss, dass ein in der Kraepelin'schen Definition gänzlich fehlendes Moment das Wesentliche an der Hysterie sei: die völlige Verrückung der psychogenen Erscheinungen gegenüber den Gemüthsbewegungen. Dass auch diese letzteren verändert sind, dass der Geisteszustand der Hysterischen keine aus ihrer allgemeinen Entartung zufällig erwachsende Complication bedeutet, in dieser klinischen Ansicht ist Kraepelin zweifellos im Rechte gegenüber Moebius, der hierin die von der französischen Psychiatrie, vorzüglich von Magnan entwickelten Lehrmeinungen über das Entartungsirresein ein wenig unbesehen übernommen hat. Kraepelin's Definition irrt aber psychologisch, wenn sie eine Proportionalität zwischen der gesteigerten gemüthlichen Erregbarkeit und den gesteigerten psychogenen Vorgängen festzulegen beabsichtigt; sie irrt, wenn das nicht der Fall ist, doch noch psychologisch in der Annahme einer einfachen Steigerung des Affectlebens, denn unsere Erfahrungen berechtigen uns sicher nur, von einer eigenthümlichen Veränderung zu sprechen, die zeitweilig in Steigerungen, zeitweilig im Stimmungswechsel, sehr oft aber geradezu in Herabsetzungen der normalen gemüthlichen Erregbarkeit zu bestehen scheint; sie ist endlich psychologisch unzureichend, indem sie das Verhältniss der psychogenen Thatsachen zu den psychischen — falls keine Proportionalität gemeint ist — gänzlich dahingestellt sein lässt, während die eine, wenngleich negative Einsicht feststeht, dass in jenem Verhältniss eine ausgesprochene Verschiebung, eine wunderliche Disproportionalität herrscht, sofern starke Affecte ohne entsprechenden Ausdruck bleiben, geringe von den heftigsten psychogenen Erlebnissen begleitet sein können.

Mit dieser psychologischen Lücke, die in der Definition Kraepelin's klafft, haben sich die meisten andern Theoretiker der Hysterie in mehr oder minder glücklichen Untersuchungen beschäftigt. Der gleichzeitige Affect kann nicht die Ursache der körperlichen Erscheinungen sein, wenigstens nicht immer — das ist bei allen die einleitende Festlegung; welcher psychische Vorgang aber ist es denn nun? — das wiederholt sich als die der Lösung bedürftige Frage. Leider ist bei ihrer Behandlung sehr viel mehr mit bloßen Worten operirt worden, als es gut war. Charcot, Janet, Onanoff, Moebius haben in verschiedenen Varianten die »unbewussten«

Vorgänge herangezogen und zu Theorien der Hysterie fortgebildet. Besonders reizte hierzu wohl die Beobachtung, dass zahlreiche Hysterische von ihren Stigmaten, etwa der Hemianästhesie, gar nichts wissen; dass sie mit dem empfindungslosen Arm arbeiten, ja bei geschlossenem Auge die Form betasteter Gegenstände sehr gut zu erkennen vermögen. Aus diesen überraschenden Erscheinungen zog man den Schluss, dass bewusste Seelenvorgänge auch durch solche Reize verändert oder geweckt werden könnten, die selber nicht ins Bewusstsein gelangen; Janet construirte ein zweites Bewusstsein aus den unbewussten Erlebnissen, und schrieb die Hysterie danach einer »Verdoppelung des Bewusstseins« zu; Moebius sagt von den die psychogenen Vorgänge verursachenden Vorstellungen, sie wirkten »jenseits des Bewusstseins«. Man sieht, hier führen die Begriffe des Bewussten und Unbewussten einen anmuthigen Tanz auf. Kraepelin nennt diese Hypothesen »hübsche Gleichnisse, um die klinischen Thatsachen unserm Verständnisse näher zu bringen«. Darin spricht sich eine zu niedrige und unmittelbar daneben eine viel zu hohe Bewerthung jener Lehren aus. Ihre Vertreter wollten sicherlich nicht bloß Gleichnisse, sondern Deutungen geben; aber die Beschaffenheit dieser Deutungen entfernt, meine ich, das, was da gedeutet werden soll, von unserm Verständnisse so weit wie nur möglich. In den psychischen Zusammenhängen gibt es keine unbewussten Vorgänge; die Annahme eines unbewussten Erlebnisses ist ebenso arge Mystik, wie der Vergleich des Denkens mit der Harnabsonderung. Die Psychologie begibt sich jeder Möglichkeit, ernst genommen zu werden, wenn sie vom Unbewussten redet. Wenn ein so fanatischer Associationspsycholog wie Ziehen das Unbewusste energisch ablehnt, so sollte man überzeugt sein, dass dieses Inventarstück weder nützlich noch nothwendig ist; denn die Associationspsychologie hat von der Annahme unbewusster psychischer Erscheinungen noch am ehesten einen Vortheil, da es ja im gesunden Leben schon und noch mehr im Bereiche der Hysterie Vorstellungen gibt, deren Auftauchen durch den vorangegangenen Vorstellungsablauf schlechterdings nicht zu erklären ist. Die von Wundt ausgebaute Associationslehre aber, welche die associative Verknüpfung auf assimilative Processe zurückführt, nicht die Vorstellungen aneinanderklebt, sondern ihre Elementarbestandtheile, die Empfindungen, wechselseitig verbindet, bedarf des

Spukes unbewusster Vorgänge an keiner Stelle. Es ist doch sehr bezeichnend, dass nüchtern denkende klinische Forscher, die der psychologischen Debatte so fern stehen, wie v. Leyden und Goldscheider, in ihrer mustergültigen Lösung der Ataxiefrage ebenfalls zur Heranziehung der Empfindungen gedrängt worden sind. Wir erleben es ja jeden Tag, dass bei der Ausführung einer verwickelten Bewegung eine Unsumme von Empfindungen zusammenwirken, von denen wir im Beginn der Einübung jede einzeln appercipiren müssen, während wir später dahin gelangen, die nämliche Bewegung gewandt auszuführen, während ganz andere Dinge im Blickpunkt unseres Bewusstseins stehen. Es handelt sich also um die Apperception; ihrer bedarf es nicht, um gewohnte Handlungen auszuführen, eingeübte Vorstellungscomplexe zu bilden, ja wir wissen, dass die Schnelligkeit und Sicherheit der erlernten Bethätigungen geradezu erheblich leidet, wenn wir auf die einzelnen Phasen »achten«, d. h. die einströmenden Empfindungen zu appercipiren uns bemühen. Trotzdem sind die Empfindungen auch in der »mechanisirten« Handlung vorhanden, nur folgen sie einander sehr rasch und machen nicht den Umweg durch die Apperception, sie leben minder klar und minder deutlich im Bewusstsein, aber sie bleiben bewusst. Wie es bei der Hysterie steht, wissen wir nicht und werden es vermuthlich nie erfahren. Denn die einzige Art, über solche Verhältnisse Rechenschaft zu geben, ist die Selbstbeobachtung, und wir werden noch darzuthun haben, dass auf sie bei den Hysterischen so gut wie gar nicht gezählt werden kann. Wenn ich eine Hysterische nach der üblichen Methode prüfe, ob sie anästhetisch sei, und ein positives Ergebniss erhalte, so beweist das noch nichts dafür, dass die angewandten Reize wirklich nicht empfunden worden sind. Die so häufige Schmerzherabsetzung, daneben aber die neuerdings vielfach gerühmten Erfolge der schmerzhaften Therapie bei Hysterischen zusammen mit der Stereognosie trotz Anästhesie machen es immer wahrscheinlicher, dass es sich um ein Nicht-Appercipiren der Empfindungen handelt, dass also auch die hysterischen Sensibilitätsstörungen, entsprechend den motorischen Stigmaten und Anfällen, reine Willensstörungen darstellen, eben im Sinne jener von Wundt begründeten Auffassung der Apperception als eines in psychische Veränderungen ausgehenden Willensaktes. Damit wäre für alle der Hysterie eigenthümlichen psychogenen

Erscheinungen zunächst einmal eine gemeinsame Grundlage gegeben. Ich weiß nicht, ob sie einer eindringlichen Kritik standzuhalten vermag; das Negative aber ist mir sicher, dass wir uns niemals auf die unbewussten Factoren einlassen dürfen, dass es besser ist, die Hysterie gar nicht, als mit mystischen Hülfsmitteln zu deuten. »Jenseits des Bewusstseins« hört jede Psychologie auf; dort fängt entweder die Physiologie oder die Metaphysik an, und welche von beiden für das Verständniss psychischer Zusammenhänge weniger zu leisten vermag, soll hier nicht untersucht werden.

Um so weniger ist es mir auch begreiflich, dass Kraepelin den französischen Theorien eine gewisse Anerkennung ausspricht, um gleich darauf mit starker Ironie gegen die Hypothese von Breuer und Freud zu polemisiren, nach der die Hysterie in den Nachwirkungen geschlechtlicher Erlebnisse aus der frühen Kindheit ihre wesentliche Ursache haben soll. Lassen wir es dahingestellt, wie weit es sich klinisch dabei um leere Phantastereien handelt. Psychologisch ist allerdings die Art, wie die Autoren ihre Belege sich verschaffen, absolut unbrauchbar. Das Ausfragen im Zustande der Hypnose ist durch die denkwürdige, von den Hypnotismusenthusiasten darum wohl auch meistens nicht erwähnte Abhandlung unseres Jubilars als eine Methode gekennzeichnet worden, die mit dem Verfahren der wissenschaftlichen Forschung nichts zu thun hat. Aber rein theoretisch betrachtet, steht die Breuer-Freud'sche Hypothese viel mehr auf dem Boden der Denkmöglichkeit, als Janet's Bewusstseinsspaltung oder Moebius' von »jenseits des Bewusstseins« wirkende Vorstellungen. Wir wissen, dass den Erlebnissen der Kindheit eine überaus feste Gefühlsfärbung innewohnt, die sich im späteren Leben oft ganz unvermuthet über unser Inneres breitet, ohne dass die sie tragenden Vorstellungen zu klarer Erinnerung gelangten, dass aber mit deren Eintritt jene Stimmung abklingt. Zu solcher Fortwirkung sind wiederum die ersten geschlechtlichen Ereignisse am allermeisten geeignet. Es ist eine starke Unterschätzung der Pubertät, wenn Kraepelin von »längst vergessenen sexuellen Erfahrungen« spricht, durch die unsere Seele nach jener Theorie ihr Gleichgewicht verlieren soll. Ich habe wenigstens immer beobachtet, dass die Mehrzahl der Menschen ihr späteres Liebesleben recht leicht überwinden, dass die frühesten, der Geschlechtsreife oft lange vorauseilenden geschlecht-

lichen Erlebnisse aber bis ins kleinste Detail hinein mit einer staunenswerthen Zähigkeit haften bleiben. Wenn Freiherr v. Schrenck-Notzing von dieser Erfahrung ausgehen durfte, als er die Lehre v. Krafft-Ebing's übers Angeborensein der homosexuellen Neigung widerlegte, so kann ich nicht einsehen, weshalb bei der Hysterie nicht ähnliche Einflüsse möglich sein sollten. v. Schrenck-Notzing's Auffassung der Homosexualität ist heute fast allgemein anerkannt, und Kraepelin zählt zu ihren entschiedensten Vertretern. Er nimmt freilich auch hier die Grundlage der Entartung an, und seine Bekämpfung Breuer-Freud's bezieht sich ebenso fast ausschließlich auf diesen Punkt: die Unmöglichkeit, dass eine gesunde Psyche durch jene Factoren dauernd irregeleitet und geschädigt werde. Diese Unmöglichkeit scheint mir doch aber noch gar nicht so unbedingt erwiesen zu sein. Wir sehen gesunde und nicht im mindesten entartete Menschen durch starke Gemüthserschütterungen in die schwerste Nervosität verfallen, und es hängt ganz von der folgenden Lebensgestaltung ab, ob die Erkrankung heilt oder chronisch wird. Gerade die drei Typen der acuten Nervosität, die Examens-, Manöver- und Premièrennervosität bei Studirenden, Offizieren und Künstlern sehen wir nicht selten dauernde Schädigungen der Widerstandsfähigkeit hinterlassen. Für die ungünstige Einwirkung der frühesten geschlechtlichen Erlebnisse lässt sich aber kaum ein fruchtbarerer Nährboden denken, als die unmittelbar sich anschließende Pubertät und die bei uns übliche Geheimnissthuerei in sexuellen Fragen. Ohne also die klinische Auffassung der Hysterie seitens der beiden Wiener Forscher vertheidigen zu wollen, möchte ich psychologisch diese Lehre für mindestens ebenso denkmöglich halten, wie die Unbewusstheits- und Spaltungsphantasien der französischen Neurologen. Gerade die von Breuer und Freud empfohlene Behandlung, so undurchführbar sie mir klinisch erscheint, knüpft an die allbekannte, auch von Wundt anlässlich der Erinnerungsvorgänge geschilderte Thatsache an, dass unliebsame und in ihrem Fortwirken ganz unberechenbare Stimmungen schwinden, sowie es gelingt, die sie tragende Vorstellungsgruppe zu appercipiren. Ich stehe nicht an, es als einen großen Fortschritt zu betrachten, dass Breuer und Freud nicht mit unbewussten Einflüssen im groben Sinne der französischen Interpreten, sondern mit inhaltsdunklen Gefühlswirkungen arbeiten, die Kraepelin wenige Zeilen

später selbst als häufige Ursache hysterischer Erscheinungen anführt. Ueber den Zusammenhang dieser Gefühlserinnerungen, wenn ich sie so nennen darf, mit den psychogenen Vorgängen spricht sich allerdings diese Theorie so wenig aus, wie eine der andern.

Moebius hat späterhin[1]) seine jenseits des Bewusstseins wirkende Vorstellung durch Wollen oder Nichtwollen ergänzt und bezeichnet das so erhaltene Ganze als ein »seelisches Radical«. Ob es gerade vortheilhaft ist, psychologische Gleichnisse der Chemie zu entnehmen, sei dahingestellt. Ueber den kräftigen Voluntarismus, der in jener Ergänzung sich ausspricht, mag auch der in Wundt's Grundansichten Geschulte sich freuen; die unbewussten Wirkungen werden aber um nichts verständlicher. Im Gegentheil reißt hinsichtlich dieser Frage gerade nunmehr eine psychologische Verwirrung ein, die mit der großartigen Klarheit der übrigen Ausführungen recht unerfreulich contrastirt. Moebius spricht von einem der häufigsten psychogenen Krankheitsprocesse, der hysterischen Abasie, der Unfähigkeit zum Gehen. Bei diesem Nichtkönnen sei, so legt er dar, jenes seelische Radical — Vorstellung plus Nichtwollen — des Nichtkönnens Ursache. Wenige Seiten vorher hörten wir, dass der Hysterische von der seelischen Entstehung seiner Beschwerden nichts wisse; er merke, dass seine Beine gelähmt seien, und wisse nicht, woher das komme; er stehe dieser psychogenen Lähmung genau so gegenüber, wie einer organischen; der Zusammenhang zwischen dem Radical und der psychogenen Folgeerscheinung bleibe der inneren Erfahrung jederzeit unzugänglich. Woher aber wissen wir diesen Zusammenhang, mit welchem Rechte nennen wir die Lähmung psychogen? »Durch Vernunftschlüsse erkennen wir den durch das Unbewusste führenden Weg. Das Erschlossene bewährt sich durch die hypnotischen Versuche. Auch hier verhüllt die Amnesie dem Subject den Ursprung der suggerirten Veränderung. Die eingegebene Vorstellung wird nicht zu einem Bestandtheile des wachen Bewusstseins, dient nicht, etwa wie eine Zwangsvorstellung, dem Willen als Motiv, sondern sie wirkt als Ursache jenseits des Bewusstseins«[2]).

In diesen sieben Zeilen capitulirt allerdings die Psychologie vollkommen vor einer Mischung von Metaphysik und vulgären Ausdrücken.

---

1) A. a. O., S. 17. 2) A. a. O., S. 12.

Wenn wir für die psychogenen Erscheinungen wie für die posthypnotischen Handlungen keinen andern Weg erschließen können, als den durchs Unbewusste, so lassen wir wohl besser alle Psychologie fahren und beugen uns vor der Gewalt des Wunders. Geben wir uns aber einmal Rechenschaft darüber, was es wohl sein mag, das den klarsten psychologischen Kopf der modernen Nervenheilkunde hier in so unsägliche Verwirrung und Verdunkelung bringt, so finden wir sehr bald die Wurzel dieses Uebels in der Festhaltung des alten Vorstellungsbegriffes. Stark genug hat gerade Moebius den Missbrauch ironisirt, den die Associationspsychologie mit der »Bewegungsvorstellung« treibt, um den Willen aus unserm psychischen Erleben zu beseitigen. Aber schon dort, gelegentlich der Besprechung von Anschauungen Ziehen's und Cramer's, wagte Moebius nicht den nächstliegenden Schritt, nämlich eine gründliche Analyse des Vorstellungsbegriffes, sondern schob die Bewegungsvorstellungen ins — Unbewusste hinunter. Und dieses Unbewusste ist überall seine Schwäche geblieben. Er scheute sich nicht, die Ablehnung unbewusster psychischer Vorgänge als einen für die »naturwissenschaftliche Betrachtung« ganz berechtigten und besonders bequemen Standpunkt zu erklären, der uns aber nöthige, auf alle Fragen nicht einzugehen, zu deren Lösung die Annahme unbewusster Processe unentbehrlich sei; er nannte jenen Standpunkt eine »Beschränkung auf die Oberfläche« und warf ihm vor, dass durch ihn der ganzen Lehre eine gewisse Dürre zu eigen werde[1]).

Die Nervenheilkunde ist an Vertretern, die psychologisch zu denken vermögen, nicht eben reich, und es kann nur schmerzlich empfunden werden, wenn derjenige Neurolog, den Anhänger und Gegner als den vielleicht geistvollsten unserer Tage verehren oder befehden, an entscheidenden Stellen, in den der psychologischen Analyse geradezu bedürftigen Fragen sich derart von der Metaphysik das Concept verderben lässt. Wollten wir uns darauf einlassen, alles das Falsche und Widersinnige zu discutiren, was in jenem kurzen Urtheil über die Ablehnung unbewusster Seelenvorgänge enthalten ist, so gälte es, die ganze Vergangenheit der wissenschaftlichen Psychologie aufzurollen. Dazu ist hier nicht der Ort. Nur das eine sei gesagt:

1) Neurolog. Beiträge, Heft 1, S. 151 u. 158.

dem naturwissenschaftlichen Psychologen — wie Ziehen — wäre es gerade das denkbar Bequemste, die unbegreiflichen Zusammenhänge ins Unbewusste zu verlegen, denn dann wäre er ein für allemal fertig, da im Unbewussten weder die Naturwissenschaft noch die Psychologie, sondern einzig die speculative Philosophie ein Daseinsrecht hat. Die Psychologie der Selbstbeobachtung aber, vor allem der experimentell controllirten, ist eine Lehre von den psychischen Thatsachen, und gibt sich in dem Augenblicke selber auf, in dem sie, angesichts einer Schwierigkeit, sich auf die Seele oder auf das Unbewusste zurückzieht; diese Flucht steht etwa auf dem Niveau jener alten Chemie vor Lavoisier, die das Räthsel der Oxydation mit dem Wunder des Phlogiston löste. Wenn Ziehen mit vielen seiner psychologischen Darlegungen in die Enge geräth, so liegt das ganz und gar nicht an seiner sehr vernünftigen Verwerfung des Unbewussten, sondern an der Verwendung des alten Vorstellungsbegriffes, über den die ganze Associationspsychologie nicht hinauskommt. Die Nothwendigkeit, uns jenseits des Bewusstseins zu begeben und dort mit einer noch so ausgezeichneten Vernunft Wege für eine Vorstellung zu erschließen, um die psychogenen Erscheinungen deuten zu können, hört aber ganz von selber auf, sowie wir jene Vorstellung sammt allen ihren associativen Beziehungen zum alten Eisen werfen, und die Erinnerungsvorgänge auf der durch Wundt geschaffenen Grundlage der assimilativen Verbindung von Empfindungen auch für diese den Nervenarzt beschäftigenden Fragen fruchtbar zu machen versuchen.

Dann kann ja von einem Fortwirken der einzelnen Vorstellung keine Rede mehr sein. Sofern dieses auf den Vorgang der Erinnerung bezogen wird, besteht es einzig darin, dass einige der jene Vorstellung aufbauenden Empfindungen im Bewusstsein bleiben, hier andersartige Vorstellungen bilden helfen, unter gewissen Umständen aber mit einer Zahl von Empfindungen, die irgend einem neu gegebenen Eindruck angehören, zu einer neuen Vorstellung sich verbinden, die jener ursprünglichen in einzelnen Eigenschaften ähnelt, ihr Erinnerungsbild darstellt. War nun die erste Vorstellung mit einer psychogenen Erscheinung verknüpft, mit Weinen z. B., so kann es sehr leicht dahin kommen, dass ihr Erinnerungsbild dieselbe Wirkung hervorruft, indem die an den ehemaligen Vorstellungsinhalt

geknüpfte Stimmung von neuem auftaucht. Zwar ist der Gesammtinhalt eines Erinnerungsbildes wesentlich verändert gegenüber dem der ursprünglichen Vorstellung; es ist aber zu bedenken, dass die Gefühle minder differenzirt sind, als die Empfindungen, und dass aus diesem Grunde zuweilen schon wenige Elementarbestandtheile, die in dem ersten Eindruck enthalten waren, hinreichen, um die ihm anhaftende Stimmung wieder zu erwecken, während es zur Gestaltung eines Erinnerungsbildes gar nicht zu kommen braucht. Hierhin gehören jene gar nicht seltenen elegischen Stimmungen, von denen Leute, die viel Trübes erlebt haben, auch in sonnigeren Umständen ganz plötzlich befallen werden, ohne dabei an ein bestimmtes von den traurigen Ereignissen der Vergangenheit sich zu erinnern. Es kommt ja fast täglich vor, dass eine eigenartige Gefühlslage einer Erinnerung vorausgeht und offenbar durch Empfindungen eines Eindrucks geweckt worden ist, die nun erst nachträglich mit andern im Bewusstsein anwesenden Empfindungen zum Erinnerungsbilde sich verbinden. Das Gefühl geht also dann der Erinnerung voran, und wenn es sich um Personen handelt, deren Gefühlserregungen sehr leicht in einem psychogenen Vorgange sich äußern, so kann dieser selbst eintreten, ehe das Gefühl zu seiner vollen Intensität anschwillt, und lange Zeit ehe es zur Entstehung eines Erinnerungsbildes kommt. Ja, da jede Ausdrucksbewegung rückwirkend den psychischen Zustand zu verändern pflegt, da während ihrer Dauer Bahnungen und Hemmungen unerwarteter Art auftreten, so bleibt die Bildung der Erinnerung oft aus; es ist geweint, gelacht, erröthet worden, ohne dass das Subject weiß, worüber. Solche Vorkommnisse sind bei psychopathisch veranlagten Menschen gar nicht selten, und wenn es überhaupt eine Möglichkeit gibt, die wesentlichen Eigenarten der Hysterie, vor allem die Unberechenbarkeit ihrer psychogenen Symptome zu deuten, so scheint sie mir in dieser Richtung zu liegen. Wir hätten uns dann zu denken, dass irgend eine Vorstellung durch einzelne der sie zusammensetzenden Empfindungen im Begriffe steht, eine Erinnerung zu erzeugen, mit deren Urbild seinerzeit ein psychogener Vorgang verknüpft war. Noch ehe aber dieses Erinnerungsbild fertig ist, d. h. noch ehe die neugeschaffene Vorstellung uns in den Zustand des Erinnerungsgefühls versetzt, tritt die einst vorherrschend gewesene Stimmung, durch die den Erinnerungsvorgang einleitenden

Empfindungen geweckt, ein, und noch ehe sie wiederum bis zu ihrer Höhe anschwillt, löst sie schon den psychogenen Vorgang aus, der dann so stark ist, dass seine Rückwirkung auf die Psyche sowohl die Steigerung der Stimmung zu ihrer Intensität, wie auch das Zustandekommen der Erinnerung vereitelt. Es wäre danach zu verstehen, warum der Hysterische über die seinem psychogenen Erlebniss zu Grunde liegenden Vorstellungen nichts weiß, und warum die Intensität jenes Erlebnisses der augenblicklichen Gefühlslage gar nicht proportional zu sein braucht: es wäre, kurz gesagt, das zu verstehen, was an der Hysterie psychologisch wesentlich und psychologisch erklärbar ist. Und mehr könnte man von einer psychologischen Theorie der psychogenen Vorgänge in der Hysterie wohl nicht gut verlangen.

Denn ganz ersichtlich hat die Intensität und Extensität der psychogenen Erscheinungen selber nicht von psychologischer, sondern von physiologischer Seite ihre Deutung zu erwarten, zumal soweit diese Erscheinungen motorischer, vasomotorischer und secretorischer Art sind. Niemand wird verlangen, dass die Psychologie erklären solle, warum der gesunde Mensch vor Schreck zittert, vor Scham erröthet und vor Angst schwitzt, und die Hysterie bietet in ihren centrifugalen psychogenen Vorgängen ja nur Steigerungen dieser normalen. Wo es sich aber um qualitativ abweichende Erscheinungen handelt, da sind es sensorische Veränderungen, vor allem im Bereiche der Hautsinne, die wir als Eigenthümlichkeit der Hysterie kennen. Ich meine, diese überraschende Vertheilung: dass die centrifugalen Störungen der Hysterischen lediglich intensive und extensive Steigerungen normaler psychogener Vorgänge bedeuten, die centripetalen hingegen zum Theil nur in dieser Weise auslegbar, zum andern Theil bei Gesunden niemals beobachtet, also qualitativ verschieden sind — diese Vertheilung hätte längst dazu führen sollen, die sensorischen Veränderungen grundsätzlich von den motorischen zu trennen, anstatt sie immer wieder in den großen »psychogenen« Brei mit einzurühren. Denn nur so ist es möglich, ein psychologisches Verständniss für sie zu gewinnen — oder auch dessen Unmöglichkeit zu finden, sie der Physiologie zuzuweisen; daran aber hängt wiederum nicht so sehr die Psychologie der Hysterie, als die psychologische Abgrenzung zwischen hysterischen und neurasthenischen Krankheits-

symptomen, und die psychologische Umgrenzung des vielgeplagten und bedenklichen Schlagwortes »Suggestion«.

Wie wenig hierüber die Sachlage noch geklärt ist, beweist die letzte zusammenfassende Darstellung des Hypnotismus, die der Feder eines der angesehensten deutschen Nervenärzte entstammt. Löwenfeld führt dort eingangs eine genauere Analyse des Begriffs der Suggestion aus und gelangt zu einer annehmbaren, wenn auch meines Erachtens unvollständigen Definition [1]). Im Schlusscapitel seines Buches aber spricht er von der Rolle der Suggestion im täglichen Leben und zählt als Beispiele dafür hauptsächlich Ereignisse auf, die alles andere, nur keinen suggestiven Charakter tragen [2]). Löwenfeld will selber die Eigenart einer Suggestion an ihrer »außergewöhnlichen Wirkung« erkannt wissen. Außergewöhnlich kann aber eine Handlung, ein Benehmen auf Grund von zweierlei Kriterien genannt werden. Entweder es ist logisch unbegreiflich, oder es ist gefühlsmäßig unbegreiflich. Ans erstere denkt man gewöhnlich nur, wenn man von Suggestionen redet. Wenn wir aber Jemanden Dinge treiben sehen, die absolut zwecklos, vielleicht zweckwidrig sind, so setzen wir zuvörderst eine abnorme Stimmung voraus, die ihn über alle Zweckerwägungen sich hinwegsetzen, diese wohl gar nicht erst zur Geltung kommen lässt. Wollen wir die eine solche Stimmung erzeugende Vorstellung als eine suggestive bezeichnen, so überschwemmt diese Definition alle Dämme, innerhalb deren eine wissenschaftliche Begriffsbestimmung sich nun einmal zu halten hat, wenn sie uns überhaupt etwas leisten soll. Wir wissen, dass unser Thun und Lassen niemals ein rein intellectuelles sein kann, dass der Begriff des Zweckmäßigen gerade aus der Gefühls- und Willensseite unseres Ich herausgewachsen ist, und dass mehr oder minder starke Gefühlserregungen unser Handeln durchgehends bestimmen. Es wäre also gar nicht möglich zu sagen, von welcher Nuance unseres Benehmens ab wir uns Suggestionen im Spiele denken sollten. Wenn jedoch einer etwas thut, was unzweckmäßig und außerdem aus seiner begleitenden Stimmung in keiner Weise zu erklären ist, dann kann man die Vorstellung, oder besser das psychische Erlebniss, das ihn zu solchem Thun treibt, eine Suggestion nennen. Ich bin der Meinung, dass einzig und allein mit dieser Umgrenzung

1) Loewenfeld, Der Hypnotismus, S. 38. 2) A. a. O., S. 486.

der Begriff der Suggestion überhaupt einen Werth für die Discussion krankhafter Erscheinungen haben kann. Auch Hirschlaff hat für eine solche Einengung plaidirt, ihr allerdings eine von Löwenfeld mit Unrecht als zu eng bezeichnete, in Wahrheit ganz verfehlte Fassung gegeben: nach ihr soll es sich um eine Suggestion handeln, wenn eine in ihrem Inhalte der Wirklichkeit nicht entsprechende Vorstellung von einem Menschen realisirt wird. Darauf kommt es indessen gar nicht an. Nicht die Unwirklichkeit, sondern die, wie ich es nennen möchte, complette Zwecklosigkeit einer Handlung deutet darauf hin, dass sie suggerirt sei. Tanzen ist sicherlich eine logisch zwecklose Sache; aber es ist der Ausdruck einer gehobenen Stimmung, und insofern gefühlsmäßig zweckvoll. Dieser partiellen Zwecklosigkeit unzähliger Handlungen in jedes gesunden Menschen Dasein steht die complette Zwecklosigkeit der suggerirten Handlung gegenüber. Diese ist also gar keine Handlung im psychologischen Sinne, sie ist ein passives Erlebniss, über dessen Eintritt der Suggerirte selber gar keine Rechenschaft zu geben weiß — ein psychogener Vorgang. In dieser Schlussfolgerung, welche die hysterischen Erscheinungen mit den durch hypnotische oder einfache Eingebung entstandenen psychologisch völlig gleichstellt, stimme ich Moebius unbedingt zu, so schroff ich freilich zur Deutung der psychogenen Thatsachen beider Gruppen den Weg durchs Unbewusste einzuschlagen ablehne; ich bekenne mich auch ebenso unbedingt zu der praktischen Consequenz, die v. Strümpell für den Nervenarzt aus jener Gleichstellung zieht: dass einen Hysterischen mit hypnotischer Eingebung behandeln weiter nichts heißt, als ihn noch hysterischer machen.

Wird man sich über das Charakteristische der Suggestion in dieser Weise klar, so ist eine psychologische Vermengung von hysterischen und neurasthenischen Erscheinungen ganz unmöglich. Löwenfeld gebraucht noch das tolle Wort: »Hystero-Neurasthenie«. Und doch sollte man meinen, dass jene classische Differentialabhandlung von Moebius, aus der nur der Unbewusstheitssatz hier zurückgewiesen werden musste, ein für allemal den Unterschied zwischen den körperlichen, namentlich den motorischen Vorgängen bei Hysterischen und denjenigen bei Hypochondern klargelegt hätte. Jene Studie knüpft an zwei Erscheinungen an, die dem Unkundigen — auch viele Aerzte zählen dahin — als völlig gleiche ins Auge stechen können, zumal

wenn er hört, dass beide Male »nervöse« Personen in Frage kommen: die hysterische Astasie-Abasie und die neurasthenische Agoraphobie. Beide Male ist der Kernpunkt die Beobachtung, dass der Kranke angesichts einer von ihm geforderten Gehleistung zusammenbricht; beide Male ergibt die Untersuchung des liegenden Kranken, dass die rohe Kraft und die sonstigen willkürlichen Bewegungen der Beine ungestört sind. Aber nun kommt der Unterschied: der abatische Kranke knickt, auf die Füße gestellt und zum Gehen aufgefordert, genau so hülflos zusammen, wie Jemand, der an einer transversalen Querschnittsaffection des Rückenmarks (Myelitis transversa) leidet; beim agoraphobischen Kranken dagegen schieben sich zwischen den Gehversuch und das Zusammenbrechen eine Reihe von höchst charakteristischen psychischen und psychogenen Vorgängen ein: eine heftige Angst befällt ihn, er wird blass, er zittert, es flimmert ihm vor den Augen, eine unüberwindliche Schwäche übermannt ihn, er verspürt Herzklopfen, der Schweiß bricht hervor, er sinkt kraftlos nieder. Wir bemerken also hier eine doppelte Differenz gegenüber dem Abatischen: der letzte, abschließende Act, das Niederfallen, wird durch eine ganze Kette allmählich zu immer größerer Heftigkeit sich steigernder psychogener Vorgänge motorischer, vasomotorischer und secretorischer Art vorbereitet; völlig proportional dazu wächst die Gefühlserregung und sie erreicht mit dem körperlichen Zusammenbrechen ihren Höhepunkt, ja man darf vielleicht sagen, dass nach den übereinstimmenden Schilderungen aller Agoraphoben das Niedersinken als ein verhältnissmäßig sehr schwacher Ausdruck ihrer ungeheuren angstvollen Erregung angesehen werden müsste, wenn nicht das halb ohnmächtige Zusammenbrechen eben der denkbar stärkste Ausdruck innerer Erregung wäre: denn vor Gemüthserschütterung sterben kann keiner, dessen Gefäßsystem noch einigermaßen ungeschädigt ist.

Der hier geschilderte psychogene Vorgang geht in keiner Phase, auch auf seiner Höhe nicht, über das hinaus, was unter geeigneten Umständen bei jedem Gesunden unterm Einflusse außergewöhnlicher Gemüthsbewegungen sich einstellt. Ein Durchschnittsmensch, den man nöthigte, ein Thurmseil zu überschreiten, würde wahrscheinlich die nämliche Abfolge von körperlichen Symptomen seiner inneren Erregung zeigen. Die Thatsache, dass die Vorstellung einer erforder-

lichen Leistung derart heftige Affecte auslöst, ist also rein psychologisch durchaus nicht ungewöhnlich, und krankhaft erscheint beim Agoraphoben nur die Harmlosigkeit der Vorstellung, die solche Erregungen mit sich führt; das gilt nicht bloß von der Agoraphobie, sondern von der ganzen unerschöpflichen Gruppe der anderen Zwangsvorstellungen in gleicher Weise. Darum ist aber auch eine Zwangsvorstellung niemals eine Suggestion. Löwenfeld rechnet ganz fälschlicher Weise die Zwangsvorstellungen zu den »Autosuggestionen«, und um die Verwirrung der Begriffe voll zu machen, erklärt er die Entstehung von Zwangsvorstellungen mit dem Auftauchen von Vorstellungen unterm Drucke starker Gemüthserregung; ja er übersetzt, damit der Humor nicht fehle, zu allem Ueberfluss diesen Strudel auch noch ins — Physiologische. Das Eigenthümliche jeder Suggestion, folglich auch der Autosuggestion ist es aber, dass sie nicht durch Vermittelung eines ihr proportionalen Affectes, und nicht durch die Erweckung logischer Erwägungen, sondern anscheinend ohne beides psychogene Erscheinungen hervorruft. Wie eine an sich harmlose Vorstellung freilich dazu gelangt, Zwangscharakter anzunehmen, das zu beantworten ist nicht Sache der Psychologie, sondern der Physiologie. Im ganzen Ablaufe einer Zwangshandlung oder eines Zwangserlebnisses ist psychologisch nichts Außergewöhnliches; und wenn Freud's Entdeckung, dass eine Vorstellung durch Verknüpfung mit einem disponiblen Affecte zwangsartig werde, von Löwenfeld besonders erwähnt wird, so muss man doch entgegnen, dass dieses Ereigniss — die Verknüpfung einer Vorstellung mit einem disponiblen Affecte — bei Gesunden tagtäglich sich wiederholt, ohne auch nur eine einzige Zwangsvorstellung zu erzeugen. Das Pathologische der Zwangsvorstellungen kann psychologisch auf keine Weise erklärt werden. Eine Zeit, der die physiologische Ursache der neurasthenischen Entartung wie der Erschöpfungsnervosität bekannt sein wird, mag auch darüber einmal ins Klare kommen, warum auf der Basis dieser beiden Erkrankungen vorzüglich Zwangsvorstellungen sich bilden; heute wissen wir davon noch nichts.

Von der Legion der hypochondrischen Ideen, die ja ebenfalls der neurasthenischen Entartung und der heilbaren Erschöpfungsnervosität eignen, gilt das Nämliche. Wir haben bei ihnen, psycho-

logisch genommen, die gleiche Kette von Vorgängen, wie bei der Agoraphobie, nur dass der Abschluss nicht eine motorische Schwäche, sondern eine Sensation ist. Der ersten Vorstellung — dem Anblick eines Schwindsüchtigen, der Lectüre eines Aufsatzes über Tabes — folgt eine Reihe von Gemüthserregungen, Bangen, Furcht, Sorge vor der betreffenden Krankheit; von den tausend Empfindungen, die jeden Augenblick in unser Bewusstsein strömen, ohne zur Apperception zu gelangen, werden nunmehr die von der Brust, vom Rücken kommenden seitens jener Vorstellung assimilirt, mit den erwähnten Affecten verknüpft und wachsen damit allmählich zu immer bedeutenderer Stärke, zu immer häufigerer Wiederkehr an, bis der bedauernswerthe Kranke sie überhaupt nicht mehr los wird. Auch hier geht die Intensität und Dauer der Empfindungen den sie zur Apperception bringenden Gemüthsbewegungen durchaus proportional; und die psychische Behandlung der hypochondrischen Ideen muss daher gegen diese Stimmungsgrundlage sich richten, die unbegründeten Befürchtungen zerstreuen. Das ist natürlich bloß ein psychologischer Erfolg, kein klinischer; denn die Basis der unheilvollen Stimmung ist eben die Erkrankung, von der jene Ideen nur ein besonders häufiges Symptom darstellen.

Ganz anders steht es um die hysterischen Sensibilitätsstörungen. Wenn ich im Walde beim Spazierengehen auf meinem Stiefel eine Ameise laufen sehe, und im selben Augenblicke an irgend einer oder gar an verschiedenen Körperstellen ein lebhaftes Jucken verspüre, so schiebt sich zwischen den Anblick der Ameise und das Jucken nicht eine Kette von Gemüthsbewegungen, etwa die Furcht, schon vorher Ameisen aufgelesen zu haben und von ihnen demnächst gebissen zu werden, sondern die Parästhesie bricht mitten in die gleichgültigste oder noch so anders geartete Stimmung hinein. Im allgemeinen ist die Zahl und die Stärke dieser psychogenen Sensibilitätsveränderungen ungleich geringer, als die der motorischen, vasomotorischen und secretorischen Erscheinungen. Dafür ähneln sie freilich den hysterischen Symptomen auch viel mehr, sofern sich eben affective Ursachen bei ihnen nur in sehr bescheidenem Umfange nachweisen lassen. Uebrigens treten sie ja im hysterischen Krankheitsbilde durchaus hinter ihrem Gegentheil, der Sensationsherabsetzung, zurück. Auch für diese bietet aber das Leben des Gesunden Vorbilder in reichlicher Zahl. In

heftigen Affecten, bei höchstgespannter activer Apperception — beim Nachgrübeln — sind wir für vielerlei Sinneseindrücke unzugänglich. Es kann sogar vorkommen, dass wir sie abwehren, ohne uns ihrer nachher zu entsinnen. Ich selber kenne einen Fall, wo ein Sportsman, den die Beobachtung einer Steeple-Chase in athemloser Spannung hielt, von einer Wespe in die Wange gestochen ward, heftig nach dem Insect schlug, wenige Minuten später aber, als das Rennen entschieden war und die Wunde stark zu schmerzen anfing, sich nicht erinnern konnte, gestochen worden zu sein. Dieser Vorgang erscheint mir außerordentlich geeignet, uns die hysterische Empfindungsstörung zu verdeutlichen, indem wir uns die einzelnen Phasen ganz nahe zusammengerückt denken. Auch der Hysterische empfindet mit seiner anästhetischen Hand, das beweisen die complicirten Verrichtungen, die er mit ihr leistet, und deren Innervationen nur nach den einströmenden Empfindungen abgestuft werden können. Aber der Versuch, eine Empfindung zur Apperception zu bringen, lässt sie als erloschen erscheinen. Dieser Versuch kann vom Arzte ausgehen, dann besteht er in der Frage: empfinden Sie dies? Er kann aber auch von der Empfindung selber ausgehen, indem sie sich mit einer Schmerzempfindung paart. Jede Schmerzempfindung hat die Tendenz, in stärkerem Maße als alle anderen Empfindungen von uns appercipirt zu werden. Der schmerzhaft wirkende Reiz ist, wenn ein Bild gestattet sein soll, gewissermaßen ein Frager, der sich erkundigt: empfindest du das? Diese Vorstellung würde uns also zu dem Ergebniss führen, dass die anästhetischen Hysteriker so lange empfinden, als für die Empfindung nicht die Apperception in Anspruch genommen wird.

Psychologisch liegt in dieser Rückwirkung der Apperception auf die Empfindung nichts Unbegreifliches. Es kommt, um das zu verstehen, durchaus auf die richtige Auffassung des Apperceptionsvorganges an. Stellen wir uns unter der Apperception weiter nichts vor, als das Anschwellen der Empfindungsstärke, so ist es allerdings undenkbar, der Apperception die Fähigkeit zuzutrauen, dass sie eine Empfindung zur Abschwächung oder gar zum Erlöschen bringen könne. Das Wesentliche beim Appercipiren liegt aber in der Deutlichkeit des Appercipirten, in seiner — wie Wundt es definirt — Abgrenzung gegen die anderen psychischen Inhalte. Deren Gesammtheit ist es

also, die den Apperceptionsvorgang zu Stande kommen lässt: das ganze Blickfeld des Bewusstseins betheiligt sich an der Wahl des jeweiligen Blickpunktes. Der Verzicht auf diese Betheiligung stellt die passive Apperception dar, in der die jeweils durch ihre Stärke oder ihre associativen Bedingungen am meisten sich vordrängenden Erscheinungen auch widerstandslos die größte Deutlichkeit gewinnen; die active Apperception ist demgegenüber jener aus der ganzen Entwicklung unserer Psyche resultirende Zustand, in welchem unter einem mehr oder minder lebhaften Gefühl der Thätigkeit bestimmten psychischen Inhalten gegenüber anderen, nach Stärke und Verknüpfung vielleicht günstiger gestellten, dennoch die größere Deutlichkeit verliehen wird. Dabei finden nicht selten Veränderungen der Empfindungsstärke statt: von mir selber kann ich mittheilen, dass schwache Geruchsempfindungen, sowie ich ihnen meine Aufmerksamkeit zuwende, für mich nahezu erlöschen, und viele Menschen vermögen einen Schmerz nur dadurch sich erträglich zu machen, dass sie mit allerhöchster Anspannung ihr Bewusstsein auf ihn concentriren. Anderseits erwähnten wir schon, dass stark affectiv wirkende Vorstellungen selbst intensive Empfindungen zum Erlöschen bringen können: man denke nur an das auch von Moebius erwähnte Verschwinden des Zahnwehs kurz vor dem Ansetzen der Extractionszange. Wir haben also die Wahl zwischen zwei Factoren, wenn wir uns die Hypästhesie der Hysterischen begreiflich machen wollen. Einmal könnte jene Eigenart der stark gespannten Aufmerksamkeit, die von ihr ins Auge gefassten Empfindungen zu schwächen, bei der hysterischen Entartung krankhaft gesteigert sein. Anderseits könnten aber auch inhaltsverschiedene psychische Erlebnisse für längere Zeit einer bestimmten Gruppe von sensiblen Erregungen den Weg zur Apperception versperren.

Die Beobachtungen über die Entstehung der hysterischen Sensibilitätsstörungen legen mir die Vermuthung nahe, dass beide Möglichkeiten in Betracht gezogen werden müssen, beide im Leben auch derselben hysterischen Person miteinander wechseln. Wir sehen Anästhesien eintreten nach Erlebnissen aufregender Natur; hierher zählen auch die centripetalen Störungen im Bilde der Unfallsneurose. Wenn nach einem Brandunglück einer der Betroffenen eine Anästhesie des rechten Armes hat, so steht diese Erkrankung inhaltlich mit dem

Erlebniss in gar keinem Zusammenhange; wir können sie nur auf die durch das Unglück hervorgerufene heftige Gemüthserschütterung beziehen. Bezeichnend für die Hysterie ist allerdings dabei wieder, wie verhältnissmäßig geringfügige Affecte den nämlichen Erfolg haben können. Hier erleidet also für längere oder kürzere Dauer die gesammte Bewusstseinslage durch eine Gemüthsbewegung eine derartige Veränderung, dass die von einer bestimmten Stelle des Körpers her einströmenden Empfindungen nicht zur Apperception gelangen können. Moebius sagt: »Die Kranken fühlen (d. h. empfinden), aber sie wissen es nicht«. Er denkt natürlich dabei an das im Unbewussten sich abspielende Fühlen, und in seinem Sinne ist der Satz darum metaphysisch; wenn wir aber das Nicht-Wissen mit dem Nicht-Appercipiren gleichsetzen, so können wir die Ausdrucksweise immerhin beibehalten. Aber einer seltsamen Inconsequenz hat Moebius sich doch schuldig gemacht. Er gesteht in jenem Satze ausdrücklich zu, dass es sich bei der hysterischen Anästhesie um eine psychische Störung handele, durch die — nach seiner Auffassung — das Bewusstwerden bestimmter Empfindungen verhindert wird. Dennoch hält er die hysterischen Geistesstörungen für bloße Complicationen, die aus der allgemeinen Entartung zu erklären seien. Nun ich finde, die Möglichkeit, dass durch einen Affect die Apperception ganzer Empfindungsgruppen für lange Zeit abgeschnitten wird, deutet auf eine so tiefgreifende geistige Alteration hin, dass wir uns über Dämmerzustände und Delirien nicht wundern dürfen. Die Sensibilitätssperrung — wenn ich es so nennen darf — gehört gerade nach dem obigen Bekenntniss von Moebius zu den psychischen, und nicht zu den psychogenen Vorgängen, sie ist die psychische Wirkung einer psychischen Ursache; ihre Häufigkeit liefert den psychologischen Beweis dafür, dass die Hysterie nicht bloß die Proportionalität körperlicher zu psychischen Vorgängen stört, ohne letztere an sich zu verändern, sondern unter allen Umständen die Psyche selber aus dem Gleichgewicht bringt. Unter allen Umständen! muss man betonen; denn die Sensibilitätsstörungen sind, wo alle anderen Zeichen noch fehlen, die ersten classischen Verräther der hysterischen Entartung.

Aber der Moebius'sche Satz gilt doch, wie ich glaube, überhaupt nur für diese eine Möglichkeit hysterischer Anästhesie. Im anderen

Falle handelt es sich um die Entstehung von Sensibilitätsstörungen durch Suggestion. Wenn eine Person sieht, wie Jemand sich an den Ellenbogen stößt, und es wird von diesem Augenblicke ab ihr rechter Arm anästhetisch, so wirkt hier die Vorstellung von der Schädigung einer Körperstelle in analoger Weise, wie vorher eine beliebige Gemüthserregung. Jedenfalls ist das Endergebniss das nämliche. Es fragt sich, ob auch der dahin führende Weg in beiden Fällen der gleiche bleibt.

Die Untersuchung der hier sich abspielenden psychischen Ereignisse wird außerordentlich erschwert durch die Mannigfaltigkeit centripetaler Alterationen, die der Vorstellung, an einer Körperstelle geschädigt zu sein, folgen kann. Sind es doch nicht bloß Anästhesien, sondern ebenso Hyperästhesien und Parästhesien, die uns als Endwirkung begegnen; und es mag auf den ersten Blick als ungerechtfertigt erscheinen, diese drei Möglichkeiten als psychologisch verschiedenartig zu behandeln, der Anästhesie eine besondere Stellung anzuweisen. Dennoch ist das nicht nur der Klärung dienlich, sondern durch die ganze Sachlage gefordert. Erinnern wir uns des Beispiels von der Ameise, so fällt uns ein, dass die parästhetischen — und das Gleiche gilt von den hyperästhetischen — Veränderungen schon bei Gesunden vorkommen, und dass sie in der Hysterie eben nur intensiv oder extensiv abnorm gesteigert sind. Ihre Deutung ist danach eine physiologische Aufgabe; psychologisch verhält sich auch der Hysterische diesen Störungen gegenüber ähnlich dem Gesunden: er empfindet etwas, und er weiß auch oft genug, warum. Oft freilich nicht, und dem Gesunden ergeht es ebenso, dass er plötzlich eine abnorme Sensation hat, ohne sich sofort Rechenschaft geben zu können, welche Vorstellung sie wachrief. Halten wir fest, dass nicht bloß die psychogenen Reactionen, sondern auch die psychischen auf psychische Erlebnisse in der Hysterie leichter eintreten, so werden wir nichts Erstaunliches daran finden, dass die Hysterischen öfter als die Gesunden über den Ursprung ihrer Parästhesien oder Hyperästhesien sich keine Rechenschaft zu geben vermögen. Ungleich bedeutsamer muss uns das An- und Abschwellen dieser Empfindungen je nach ihrer apperceptiven Verarbeitung erscheinen. Und doch liegt auch hier nur eine Steigerung dessen vor, was wir innerhalb der Gesundheitsbreite beobachten können. Ich kenne einen Arzt, der,

seit er zum ersten Male als Student einer Unterschenkelamputation beiwohnte, auf jedes in ähnlicher Art sägende Geräusch hin, vollends aber bei allen folgenden ähnlichen Operationen, ein ausgesprochenes gürtelförmiges Vertaubungsgefühl an seinem eigenen rechten Unterschenkel verspürte. Ein einziges Mal ist diese Parästhesie ausgeblieben: als er im Examen selber an der Leiche eine Amputation ausführen musste und völlig durch die gespannte Sorge, einen Fehler in der Technik zu begehen, in Anspruch genommen war. Die hysterische Steigerung dieser Erscheinungen, von denen jeder Gesunde irgend eine gelegentlich an sich selbst erlebt, besteht lediglich darin, dass viel höhere Empfindungsintensitäten durch viel geringfügigere Ablenkungen der Aufmerksamkeit ausgelöscht werden.

Man hat diese parästhetischen und hyperästhetischen Vorgänge vielfach als die hypochondrischen Beschwerden im Bilde der Hysterie bezeichnet und damit die Verschwommenheit zwischen Hysterie und Nervosität nicht wenig verschlimmert. Ueberhaupt ist die Wahl der Namen eine psychologisch oft recht wenig glückliche gewesen. Am besten fährt man sicherlich, wenn man auch hier von psychogenen Erscheinungen spricht und den Begriff des Psychogenen damit auf alle Thatsachen ausdehnt, die — seien es physische oder psychische — durch Vorstellungen hervorgerufen werden, deren Gefühlswerth der Stärke des Ergebnisses nicht proportional zu sein braucht. Wir werden weiterhin noch zu erörtern haben, welchen Nutzen diese Umgrenzung gerade für das Verständniss der zum Bilde der Nervosität und der neurasthenischen Entartung gehörenden hypochondrischen Beschwerden bietet.

Von den Hyperästhesien und Parästhesien ist nun die hysterische Anästhesie darum etwas so ganz Verschiedenes, weil sie beim normalen Menschen niemals vorkommt, soweit die Vorstellung einer Schädigung umschriebener Flächen dabei ursächlich wirkt. Starke Affecte, starke Concentration der Aufmerksamkeit können, wie wir sahen, den Gesunden zeitweilig anästhetisch im hysterischen Sinne — »er fühlt, aber er weiß es nicht« — machen, niemals aber wird bei ihm eine Körperstelle, die er sich geschädigt denkt, empfindungslos. Darin liegt schon ein Grund, die Entstehung hysterischer Anästhesie durch Affecte von der durch inhaltsverwandte Vorstellungen zu trennen: jene erstere Form stellt sich uns wieder als eine

vornehmlich extensive Steigerung normaler psychogener Thatsachen dar, diese zweite aber ist von allem, was die Gesundheitsbreite aufweist, gänzlich verschieden. Wenigstens für die oberflächliche Betrachtung. Gedenken wir aber jener früheren Feststellung, dass die active Apperception, in ihrer ganzen Stärke wirkend, auf Empfindungen abschwächenden Einfluss zu üben vermag, so gewinnen wir ein wesentlich anderes Bild. Wir können, um uns das verständlich zu machen, was in solchen Fällen psychologisch vor sich geht, etwa sagen: Wir empfinden desto schwächer, je deutlicher wir empfinden wollen; für die hysterische Steigerung aber in die von Moebius gewählte Form gebracht, würde es lauten müssen: Die Hysterischen fühlen, solange sie nicht fühlen zu wollen genöthigt werden. Gerade die von Duchenne beschriebene Stereagnosie hysterisch Anästhetischer beim Schluss der Augen, die berühmte »perte de la conscience musculaire«, scheint mir zu beweisen, dass nur im Sinne dieser Formel die psychologische Deutung der aus Vorstellungen erwachsenden Empfindungslosigkeit gesucht werden kann.

Scheinbar bereitet ja die stereagnostische Anästhesie der psychologischen Analyse dieser ganzen Erscheinungsgruppe große Schwierigkeiten. Wenn nämlich in dem Augenblicke, wo der Hysterische die Augen schließt, ihm alles das entschwindet, was wir in der Pathologie unter stereognostischen Fähigkeiten zusammenfassen — die räumliche Tastwahrnehmung, die Vorstellung von der Lage und dem Bewegtwerden der Glieder — so fließt die hysterische Stereagnosie, scheint es, zusammen mit der ataktischen: in beiden Fällen ist an das Sehen die Controlle der Lage und Bewegung gebunden, und mit der Ausschaltung des Sehens tritt völlige Stereagnosie ein. Dann brauchen wir den Satz von Moebius »Sie fühlen, aber sie wissen es nicht« überhaupt nicht mehr; denn ersichtlich fühlen die Kranken auch gar nicht, sie sind wirklich anästhetisch, die sensiblen Erregungen sind nicht bloß aus der Apperception ausgeschaltet, sie sind überhaupt nicht da, auch im Moebius'schen »Unbewussten« existiren sie nicht. Und doch trügt dieser Anschein. Denn alles, was unter die perte de la conscience musculaire fällt, zeigt sich nur, solange der Untersucher sich mit dem Kranken beschäftigt. Im Uebrigen sind diese Hysterischen genau so aller auf verwickelten Coordinationen beruhenden Bewegungen, aller Orientirung im Dunklen fähig, wie die

andern, bei denen auch die Prüfung keine irgendwie geartete Stereagnosie nachzuweisen vermag. Daraus geht hervor, dass die Duchenne'sche Stereagnosie erst eintritt, wenn die Apperception sich den stereognostischen Aufgaben zuwendet, dass die anscheinend centripetale Störung eine apperceptive, eine im Machtbereich des Wollens sich vollziehende Veränderung bedeutet, dass die unsere räumlichen Tastvorstellungen constituirenden Empfindungen in dem Augenblicke erlöschen, wo sie appercipirt werden sollen: die Kranken fühlen, solange sie nicht fühlen wollen.

Es scheint mir nicht ausgeschlossen zu sein, dass auf diesen Umstand eine psychologische Componente der kataleptischen Erscheinungen sich gründet. Ich bin weit entfernt davon, Phantasien nachzujagen, und gebe ohne weiteres zu, dass die Katalepsie, das Verharren der Glieder in den erzwungensten Stellungen, noch zu wenig untersucht ist, um in ihren Ursachen aufgeklärt zu werden. Die kataleptischen Leistungen sind ja erstaunliche und gehen weit über das hinaus, was wir am normalen Organismus selbst bei höchster Kräfteanspannung erleben. Dieses Maß, vereint mit der mehr oder minder deutlich ausgeprägten wächsernen Biegsamkeit der kataleptischen Glieder, legt es außerordentlich nahe, an physiologische Alterationen zu denken, die unbeeinflusst von den psychischen Erlebnissen wirken. Anderseits machen aber die aus der Hypnose geschöpften Erfahrungen es wahrscheinlich, dass die Katalepsie, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, eine psychisch bedingte, eine Willensstörung sei. Wir finden ja bei den Hypnotisirten, bei Hysterischen, bei Katatonischen kataleptische Erscheinungen, denen eine verhältnissmäßig enge Grenze gesteckt zu sein scheint: der erhobene Arm fängt nach einiger Zeit an zu zittern und sinkt herab. Hier wird also die kataleptische Leistung durch die eintretende Ermüdung beendet. In diesen Fällen möchte ich annehmen, dass das außergewöhnliche Maß dieser Leistung ermöglicht wird durch eine hochgradige Herabsetzung der Müdigkeitsempfindungen in den beanspruchten Muskelgruppen eben mittels jener apperceptiven Auslöschung der centripetalen Erregungen, die wir für die Deutung der Duchenne'chen Stereagnosie in Betracht zogen. Da die Katalepsie in diesen Fällen ein Theil des als Befehlsautomatie bezeichneten Zustandes, also einer ganz zweifellosen Willensalteration ist, so würde zu der voluntaristischen Auffassung von der

Apperception als einem Willensvorgange die soeben versuchte Interpretation der kataleptischen Symptome ohne weiteres stimmen. Dass es sich nicht psychologisch, sondern lediglich physiologisch erklären lässt, wenn katatonische Kranke stundenlang mit halb erhobenem Kopfe im Bett liegen, in einer Stellung also, die beim Gesunden schon nach wenigen Minuten zur völligen Ermüdung der Nackenmuskeln führt, braucht wohl nicht erst näher erörtert zu werden. Es scheint sich ja neuerdings immer stärker die Ansicht durchzusetzen, dass die Katalepsie ein Sammelname für eine Anzahl von Erscheinungen ist, die auf ganz verschiedenen Vorgängen beruhen und bei eindringlicher Beobachtung wohl auch in ihrem so ähnlichen äußeren Bilde recht wesentliche Unterschiede erkennen lassen.

Mit der hier versuchten Deutung der Anästhesie verschwindet auch das Geheimnissvolle, das gerade dieser hysterischen Erscheinung immer anhaftete. Lähmungen und Krämpfe, Hyperästhesien und Parästhesien sind lauter Dinge, die der Gesunde sich mindestens vorzustellen vermag, und die den Verdacht der Verstellung niemals ganz bündig ausschließen. Anästhesien aber kann keiner simuliren, zumal in der bei der Hysterie gerade so häufigen analgetischen Form; und wieviel räthselhafter musste der Sachverhalt werden, wenn man sich überlegte, dass gerade die Reizung einer Körperstelle oder der Anblick einer solchen Reizung, die Vorstellung davon, die Erinnerung daran, diese selbe Stelle anästhetisch werden ließ! Dass einer in solchen Fällen Parästhesien hat, kann der Gesunde sich noch ausmalen — die Anästhesie niemals. Denn mit der Vorstellung, dass eben diese Stelle geschädigt werde, kann man wohl Lähmung, Krampf, Schmerz, Vertaubung verbinden, aber doch nicht Schmerzlosigkeit, Empfindungsmangel. Ueber diese Unmöglichkeit kommen wir jetzt leicht hinweg. Es ist gar nicht die Vorstellung einer Schädigung, die Anästhesie hervorruft. Es ist einfach die Vorstellung jenes Bezirkes schlechthin, sein Einrücken in den Blickpunkt des Bewusstseins, das die von ihm ausgehenden centripetalen Erregungen schwächt oder auslöscht, desto vollständiger, je mehr die Aufmerksamkeit auf diese Erregungen gelenkt wird. Damit wird aber auch die Dauer der hysterischen Anästhesie begreiflich. Stellt sie doch das allerzäheste Symptom dar, das Anfälle, Lähmungen, Schmerzen überlebt und oft jahrelang in der gleichen Verbreitung bestehen bleibt. Es handelt

sich dabei eben um gar keine Permanenz, sondern nur um eine außergewöhnliche Leichtigkeit, mit der bestimmte Empfindungen unter die Schwelle des Bewusstseins sinken, wenn sie appercipirt werden sollen.

Diese psychologische Auffassung wird durch die mit ihr anscheinend recht schwer zu vereinbarenden Regelmäßigkeiten in der Ausdehnung mancher Anästhesien geradezu gestützt. Die Gürtel-, Strumpf-, Aermelform, die halbseitige Anästhesie werden nur verständlich, wenn wir das psychologische Band bedenken, das jene umschriebenen Bezirke einander ähnlich macht. Es ist eine Aehnlichkeit der qualitativen Färbung, die uns zwei Körperstellen als linksseitig, oder als symmetrisch localisiren lässt. In einer Reihe von Fällen scheinen danach alle durch jene Aehnlichkeit ausgezeichneten Empfindungen der eigenartigen apperceptiven Auslöschung unterworfen zu sein; wir können den Satz auch so aussprechen, dass in der Hysterie die apperceptive Auslöschung von Empfindungen mit einer gewissen Vorliebe als die Function eines Localzeichens oder einer Localzeichengruppe auftrete, und dass diese Tendenz symptomatisch in der Häufigkeit der umschriebenen, der symmetrischen, der halbseitigen Anästhesien ihren Ausdruck finde. Die Pathologie der Hysterie wird natürlich bestrebt sein, die physiologischen Substrate der apperceptiven Auslöschung wie ihres Gebundenseins an Localzeichengruppen zu ermitteln. Denn das ist keine psychologische Aufgabe mehr; unser inneres Erleben bietet keine Lösung für die Frage, woher die qualitativen Differenzen und Aehnlichkeiten stammen, die wir als Localzeichen benennen, sondern diese Qualitäten sind die letzten Thatsachen, die wir in uns selber vorfinden. Halten wir uns an den modernen Standpunkt, dass mindestens diesen elementarsten psychischen Vorgängen, sofern sie verschieden voneinander sind, auch verschiedene Substrate zugehören, stellen wir uns also auf den Boden des Princips von der Localisation der Functionen, innerhalb jener Denkmöglichkeitsbreite freilich, die sich von seiner Auffassung durch Wundt bis zu seiner Auslegung durch Hering erstreckt, und unter Ablehnung aller über die psychischen Elementarprocesse hinausgreifenden Localisationsphantasien — so werden wir der Physiologie des kranken Nervensystems die Mühe zuweisen müssen, uns darüber aufzuklären, welche Alterationen

der Empfindungssubstrate die nach Localzeichen umschriebene apperceptive Auslöschung von Empfindungen bei der Hysterie bedingen. Da unsere Kenntniss von der Localisation der Hautsinnesempfindungen heute noch viel entschiedener als zur Zeit des Munk'schen Fühlsphärenglaubens gleich Null ist, so werden wir in absehbarer Zeit allerdings noch keine Lösung dieses Problems zu erwarten haben. Immerhin scheint das dem Localisationsprincip correspondirende Princip der functionellen Stellvertretung, das Broatbent und v. Manakow bereits in recht glücklicher Weise einer Deutung der apoplektischen Schädigungen und Heilungen zu Grunde gelegt haben, wenigstens für die symmetrischen Anästhesien den Weg anzudeuten, den die physiologische Forschung hier zu gehen hat. Möglicherweise ist es dem Studium der hysterischen Anästhesie noch beschieden, unser Wissen von den nervösen Substraten der Hautempfindung über den Nullpunkt hinauszubringen, auf dem es trotz aller experimentellen Studien und klinischen Beobachtungen bis heute immer noch verharrt.

Greifen wir nun auf jene Fälle von Anästhesie nochmals zurück, für die wir dem Moebius'schen Satze — sie fühlen, aber sie wissen es nicht — eine bedingte Geltung zugestanden, so wird uns jetzt deutlich, dass sie nur hinsichtlich ihrer Entstehung, nicht aber in ihrem ganzen Charakter psychologisch verschieden sind. Denn eben die »bedingte« Geltung bezog sich ja auf den Ersatz des Moebius-schen Gegensatzes von Bewusstem und Unbewusstem durch den Unterschied von Appercipirtem und Nicht-Appercipirtem. Das Wesen aller hysterischen Anästhesien besteht nach der hier dargelegten Auffassung darin, dass die Kranken permanent empfinden, solange sie nicht durch irgend etwas veranlasst werden, die Empfindungen zu appercipiren. Der Unterschied in der Ursache dieser Alteration liegt für beide Entstehungsformen freilich deutlich zu Tage. Erfolgt die apperceptive Auslöschung im Anschluss an eine beliebige gemüthliche Erregung, so ist ihr Umfang offenbar mehr zufälliger Natur. Schließt sie sich aber der Vorstellung eines umschriebenen Hautbezirks an, so liegt ihrem Auftreten ein festerer Zusammenhang zu Grunde, den die Physiologie zu ermitteln haben wird. Es wäre eine interessante Aufgabe der Klinik, zu beobachten, ob etwa zwischen den mehr stabilen und den transfertablen Anästhesieen insofern ein Unterschied

besteht, als diese auf Rechnung starker Affecte zu setzen, jene der affectschwachen, einfachen Vorstellung des betroffenen Körpertheiles zuzuschreiben wären. Freilich ist die Schwierigkeit nicht zu unterschätzen, die einer sicheren Trennung wirklich starker Affecte und gleichgültiger Vorstellungen bei Hysterischen im Wege steht.

Wenn hinsichtlich der motorischen Störungen Moebius den klassischen Nachweis für die innere Unvergleichbarkeit äußerlich ähnlicher Erscheinungen bei der Hysterie und der Nervosität geführt hat, so scheint mir in demselben Grade die — wie immer auch entstehende — apperceptive Auslöschung von Empfindungen die absolute Verschiedenheit beider Geisteskrankheiten festzulegen. Denn etwas Aehnliches gibt es in der Nervosität nirgends; und überall, wo wir im Bilde der traumatischen Neurose Anästhesien finden, dürfen wir ohne weiteres von Erscheinungen reden, welche den hysterischen entsprechen. Ich will nicht sagen, von traumatischer Hysterie: denn diese Frage ist eine klinische, und die Psychologie kann kein Urtheil darüber abgeben, ob einzelne Symptome der klassischen Hysterie so eng mit deren ganzem Wesen verwoben sind, dass sie nicht auch anderswo sich vorfinden könnten. Gerade hieran knüpfen sich ja zwei bedeutsame Meinungsäußerungen von nervenärztlicher Seite. Einmal hat v. Strümpell sich dahin ausgesprochen, jemanden hypnotisiren heiße nichts anderes, als ihn vorübergehend hysterisch machen. Ich halte diesen Satz, der zuerst von der Pariser gegen die Nancyer neurologische Schule geprägt worden ist, für schief; zweifellos lehrt nämlich die Erfahrung, dass die Erscheinungen der Hysterie weit über die der Hypnose hinausgehen und auch in ihrer ganzen Art sehr wesentlich von ihnen abweichen. Gewiss spielen Suggestionen bei Hysterischen eine unverhältnissmäßig große Rolle, aber von der Promptheit, mit der die Verbalsuggestion beim Hypnotisirten wirkt, ist bei ihnen oft nur sehr wenig zu spüren: sonst könnte die psychische Behandlung der Hysterie wahrlich auf einer ganz andern Stufe der Erfolgssicherheit stehen. Trotzdem bleibt der andere Satz v. Strümpell's: einen Hysterischen hypnotisiren, heiße ihn noch hysterischer machen — in voller Geltung; denn so wenig die Suggestibilität das Bild der Hysterie ausfüllt, oder auch nur beherrscht, so ist sie doch ein sehr wesentliches Merkmal darin, und da die Hypnose eine zielbewusste Verstärkung und Einwurzelung der

Suggestibilität bedeutet, so wirkt sie, bei Hysterischen angewandt, in der That im Sinne einer Großzüchtung eines hysterischen Symptomes.

Dann aber — und hier ist wieder die Psychologie berufen mitzusprechen — hat Moebius geschrieben, ein Hysterischer könne sehr wohl nervös werden, gerade weil beide Krankheiten so ganz verschiedener Art seien. Die Physiologie wird möglicherweise Bedenken erheben; sehen wir aber davon ab, so fragt es sich, ob psychologisch hysterische und nervöse Vorgänge nebeneinander herlaufen können.

Das Charakteristische und im Wechsel der Bilder immer Gleiche der Nervosität ist eine Verschiebung der psychischen Reactionen in der Richtung auf eine Steigerung der Unlust-, Erregungs-, und Spannungsgefühle hin. Es ist leicht einzusehen, dass dadurch mancherlei Erscheinungen zu Tage treten, die bei oberflächlicher Betrachtung mit den hysterischen große Aehnlichkeit haben; ein rascher Wechsel der Interessen und Bethätigungen, eine gewisse Launenhaftigkeit und Unberechenbarkeit, eine Neigung zu hypochondrischen Beschwerden. Aber bei aller Annäherung bleibt die psychologische Grundlage dieser complexen Symptome eine unvergleichbar verschiedene. Alles, was der Nervöse empfindet, ist auch normalerweise vorhanden; nur indem dort die geringste Intensität der Empfindungen schon hinreicht, um die stärksten Unlustgefühle, Erregungen oder Spannungen hervorzurufen, drängen sich vermittelst eben dieser Wirkung die zahlreichsten aller in unserem Bewusstsein, wenn auch nur selten in dessen Blickpunkt anwesenden Empfindungen, die vom eigenen Körper, nunmehr zur Apperception und beherrschen sehr bald das ganze psychische Erleben. Auf diese Weise entsteht die nervöse Schlaffheit und die nervöse Hypochondrie, indem hier die tausenderlei kleinsten Haut- und Organempfindungen, die der Gesunde gar nicht beachtet, dort die leichtesten Müdigkeitsgefühle im Muskel ins Ungeheure vergrößert werden. Das gilt auch ganz besonders für die Entstehung der nervösen und neurasthenischen Phobien: durch jene der Nervosität und der neurasthenischen Entartung eigenthümliche Gefühlssteigerung wird die leichte Unsicherheit des Gesunden beim Ueberschreiten großer Plätze, sein geringes Beengungsgefühl in kleinen, überfüllten Räumen, sein Schwindel auf hohen Thürmen für den Nervösen zur Agoraphobie, zur Claustro- und Plethophobie, zur Höhenangst.

Alle diese Erlebnisse sind aber mit den hysterischen nur sehr schwer in einem Nebeneinander zu denken. Wenn wir als die psychologischen Hauptzüge der Hysterie die intensive, extensive und qualitative Vermehrung der psychogenen physischen Vorgänge, ihre Disproportionalität zu den gleichzeitigen Gemüthsbewegungen, und die an Localzeichengruppen gebundene apperceptive Erlöschbarkeit von Empfindungen feststellten, so sieht man ohne weiteres, dass mit keinem einzigen dieser Bestandtheile des hysterischen Krankheitsbildes die nervöse Gefühlssteigerung recht verträglich ist. Allenfalls mit der Steigerung der psychogenen physischen Processe; die aber ist gerade nur ein Kennzeichen der schwereren Hysterie, und wenn in deren Bilde ab und zu wirklich etwas sich einstellen sollte, was auf eine Verstärkung der Unlust-, Erregungs- und Spannungsgefühle hindeutete, so wäre es wohl ganz verfehlt, nun neben der bestehenden Hysterie eine Nervosität anzunehmen; vielmehr ist kein Grund, weshalb das Gleiche nicht auch aus der hysterischen Entartung gelegentlich entspringen sollte. Soweit aber psychogene Vorgänge bei Nervösen gesteigert erscheinen, geschieht dies durchaus proportional den sie bedingenden Affecten, und das gerade trifft auf die hysterischen Kranken niemals zu. Die Proportionalität zwischen Gemüthsbewegung und physischer Wirkung beim Nervösen, die krasse Disproportionalität zwischen beiden beim Hysterischen sind miteinander schlechthin unvereinbar. Nicht minder aber gilt dies für die dritte hysterische Erscheinungsgruppe. Der Versuch, eine Empfindung zu appercipiren, wird sie beim Nervösen nie zum Erlöschen bringen, sondern infolge der seinem Leiden zu Grunde liegenden Gefühlsveränderung bis zu unerträglicher Stärke steigern; gerade daher stammt ja die stete Verschlimmerung der nervösen Hypochondrie in dem Maße, wie die Kranken Gelegenheit finden, den als Ausgangspunkt dienenden Empfindungen ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden. Hier schwillt die Intensität der Empfindung proportional zur gemüthlichen Erregung an, so weit, dass schließlich die active Apperception vor den sich dauernd aufdrängenden Hypochondrien capituliren muss, während wir umumkehrt in der Hysterie die stärksten Parästhesien bei der unbedeutendsten Ablenkung verschwinden sehen, eben weil keine proportionale Gemüthsverfassung sie trägt. Diese vergleichenden Ueberlegungen scheinen mir die Möglichkeit eines Nebeneinander von

Hysterie und Nervosität in sehr nebelhafte Ferne zu rücken. Die Hysterie ist eine Anlage, eine Degenerationsform, deren Aeußerungen mit Unterbrechungen aufzutreten pflegen; aber ganz verschwinden sie auch in den freieren Zwischenakten doch nie, und die Schädigungen, die zur Nervosität führen, würden sie ganz sicher lebendig erhalten; die Nervosität ist eine gleichmäßig an- und absteigende Erkrankung, die so sehr das ganze psychische Leben umfängt, dass neben ihr für geradezu gegensätzliche Seelenvorgänge, wie die hysterischen, kein Raum mehr bleibt. Wenn also nicht schon die klinische, so muss meines Erachtens unter allen Umständen die psychologische Erwägung den Nervenarzt zur unbedingten Ablehnung jener Annahme von Moebius führen.

Diese Entscheidung wirkt aber auch zurück auf die Anschauung über das vielumstrittene Wesen der traumatischen Neurose. Moebius meint, wenn deren Bild scheinbar so wenig in die Hysterie hineinpasse, und dennoch hysterische Züge darin nicht zu verkennen seien, so werde damit die Nothwendigkeit einer Erweiterung des Begriffs der Hysterie nahegelegt. Das ist doch ein seltsamer Trugschluss, und es ist bei aller Bewunderung Charcot's, in der wir Moebius gewiss nicht nachstehen wollen, nicht einzusehen, weshalb wir nun unbedingt an der französischen Auffassung der traumatischen Neurose als einer echten Hysterie festhalten sollen, nachdem die Erfahrung gelehrt hat, dass sehr oft das Bild erheblich von dem der Hysterie abweicht. Psychologisch stellt sich scheinbar die traumatische Neurose meistens als eine sehr merkwürdige Mischung hysterischer und nervöser Züge dar. Allein die nervösen Bestandtheile der traumatischen Neurose halten, näher betrachtet, den Hauptkriterien der Nervosität, der Steigerung von Unlust-, Spannungs- und Erregungsgefühlen und der Erhaltung einer völligen Proportionalität zwischen Gemüthsbewegungen und ihren physischen Äußerungen, in keiner Weise stand. Wesensbestimmend für diese Krankheit ist vielmehr die Entwicklung intensiv, extensiv und qualitativ abnormer psychogener — physischer und psychischer — Erscheinungen auf der Grundlage einer psychischen Depression, die von vornherein das Gemüth des Kranken gefangen nimmt — im geraden Gegensatz zu der Nervosität, deren Anfangsstadien ganz und gar nicht eine dauernde trübe Verstimmung, sondern eine Einzelveränderung der Gefühlstöne auszeichnet, weshalb hier die reizbare Unruhe, dort die welke, gedrückte Schlaffheit das Bild

einleitet. Mit dieser depressiven Gemüthslage sind aber die hysterischen Symptome der Steigerung psychogener Vorgänge und der apperceptiven Empfindungsauslöschbarkeit psychologisch sehr wohl vereinbar. Weiter kann man heute in der Auslegung der traumatischen Neurose kaum gehen; allein nicht bloß klinisch, sondern vor allem auch psychologisch müsste es als eine Klärung begrüßt werden, wenn man an Stelle des bisherigen Sammelnamens den Vorschlag Kraepelin's allgemein acceptirte und der Bezeichnung »Schreckneurose« sich bediente; oder, da das Moebius'sche »Ceterum censeo, nomen neuroseos esse delendum« seine gute Berechtigung hat, so würde das Wort »Schreckpsychose« die vorerst geeignetste Benennung darstellen. Wir könnten unsere Auffassung dann dahin formuliren, dass zweifellos eine große Zahl Hysterischer und Neurasthenischer unter den Unfallskranken sich befinden, dass aber neben ihnen eine Gruppe von Menschen übrig bleibt, bei denen die schreckhafte Erregung höchster Intensität eine ganz eigenartige Psychose entstehen lässt, die auf depressiver Grundlage nicht eine Hysterie, sondern einzelne, auch der Hysterie zukommende Züge aufweist, in ihrem psychologischen Gesammtbilde aber weder der Hysterie noch der Nervosität verglichen werden kann.

Zu dieser Auffassung führt vor allem auch die psychologische Analyse der Heilmittel, die uns gegen Hysterie, Nervosität und Schreckpsychose zu Gebote stehen; vielleicht kann man auf keinem Gebiete der Medicin soviel »ex juvantibus« lernen, als hier gerade. Der unvergleichbare Gegensatz zwischen dem psychologischen Bilde der Hysterie und der Nervosität erscheint in schärfster Beleuchtung durch die psychotherapeutischen Mühen, Erfolge und Misserfolge. Zwar hat die schon früher gestreifte Definition, die Hirschlaff für die Suggestion aufstellte, diesen Autor dazu veranlasst, die Grenzen zwischen der antihysterischen und der antinervösen Behandlung zu verwischen, indem er die heilenden Gegensuggestionen als nicht suggestiv ansieht, sondern als Vorstellungen, die mittelst der durch sie erzeugten Gemüthsbewegung oder überzeugend wirken. Nicht minder falsch aber ist Löwenfeld's dagegen erhobener Einwand, dass eine Gegensuggestion sehr wohl motivistischen Charakter tragen könne. Ein Motiv im normalpsychologischen Sinne ist keine Suggestion, sondern suggestiv ist eine Vorstellung nur, wenn sie durch die

Disproportionalität zwischen dem ihr anhaftenden Gefühlswerth oder ihrer logisch überzeugenden Kraft und ihrer Wirkung gekennzeichnet wird. Tröstungen, Ueberredungen, Rathschläge sind demnach nie Suggestionen, und wenn sie zufällig bei Hysterischen gelegentlich wirken, so ist es lediglich ihr Inhalt, nicht aber ihre motivirende Kraft, die das veranlasst. Der Erfolgswerth einer echten Suggestion entzieht sich völlig unserer psychologischen Abschätzung, weil wir jene assimilative Kraft, die wir als die Basis der suggestiv erzeugten psychogenen Erscheinungen festlegten, im einzelnen Falle gar nicht kennen — denn sie kennen würde nichts Geringeres heißen, als die gesammte Vergangenheit und Gegenwart eines noch dazu pathologisch veränderten Bewusstseins überschauen. Wirksame motivirende Vorstellungen setzen immer die erhaltene Proportionalität zwischen Affecten und ihren Folgeerscheinungen voraus, wie sie der Nervosität eigen ist. Darum ist die einzige psychologisch verständliche Psychotherapie dem Nervösen gegenüber die Tröstung, die Ermuthigung, die Belebung des Selbstvertrauens. Die Hysterie dagegen spottet eigentlich jeder Regel, ihre Wandlungen hängen an Verknüpfungen, die unserem Blicke entzogen sind.

Wenigstens so lange wir uns darauf beschränken, ihnen mit den Erkenntnissen der allgemeinen Psychologie nachzuspüren. Wir werden dann dahin gelangen, im pathologischen Bilde überall jene psychologischen Züge wiederzuerkennen, die wir als der Hysterie wesentlich bezeichneten; wie nun aber im einzelnen Individuum die psychischen Zusammenhänge und Abfolgen sich gestalten, das wird uns nothwendig verborgen bleiben, da es über das Erkenntnissfeld der generellen psychologischen Forschung hinausgeht. Und doch ist es unzweifelhaft, dass gerade darauf das brennende Interesse des Nervenarztes sich richtet. Wir kommen hier wieder auf jene Frage: Psychologie oder praktische Menschenkenntniss? zurück, die wir eingangs formulirten. Gewiss wird schon das, was die generelle Psychologie für die Entschleierung der hysterischen und nervösen Alteration zu leisten vermag, in manchen Punkten die Ergebnisse des praktischen Blickes nicht unwesentlich corrigiren; in weiterem Umfange aber fällt eine solche Aufgabe doch der Erforschung der Persönlichkeit, der Charakterologie oder, wie L. William Stern es vortrefflich genannt hat, der »Differentialpsychologie« zu.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass differentialpsychologische Untersuchungen nicht minder auf das Experiment gestützt sein müssen, als alle jene generellen Forschungen, aus denen die unseren vorangegangenen Darlegungen zu Grunde gelegten Ergebnisse entsprossen sind. Weder die überstürzten Nützlichkeitsbemühungen der amerikanischen, noch die geistreichen Analogie- und Etikettenschwelgereien der französischen Psychologen bringen uns in der wirklichen Erkenntniss des Persönlichen vorwärts. Die Frage des psychologischen Versuchs in der Medicin ist ja heute keine neue mehr, seitdem Kraepelin für die Psychiatrie sie energisch bejaht hat. Und doch scheint sie mir noch wesentlich der Klärung zu bedürfen, gerade soweit das Gebiet der nervenärztlichen Interessen von ihr berührt wird. Halten wir zuvörderst fest, dass trotz alles eifrigen Widerspruchs von hypnotistischer Seite die Darlegungen unseres Jubilars über die Unmöglichkeit einer Verwerthung von Hypnose und Suggestion zu psychologischen Schlüssen einen programmatischen Charakter tragen, der auch für die Hysterie im vollen Umfange aufrecht erhalten werden muss. Da uns nur zwei Wege zu Gebote stehen, um das innere Leben eines Mitmenschen zu entschleiern: seine eigenen Angaben, und die Beobachtung seiner Ausdrucksbewegungen und Handlungen — so leuchtet es ein, wie dunkel uns die Hysterie immer bleiben wird, eine wie große Rolle bei der Deutung ihrer Erscheinungen Schlüsse und Vermuthungen jederzeit spielen werden. Die Klarlegung einer Krankheit, die in einer krassen Disproportionalität zwischen Gemüthsbewegungen und ihren Aeußerungen gipfelt, bei der die Apperception aus ihrer normalen Leistung, die Empfindungen und Vorstellungen klar und deutlich ins Bewusstsein zu stellen, geradezu ins Gegentheil umschlägt, kann schließlich überhaupt nie Aufgabe der Psychologie sein, die sich auf eine mit Aufmerksamkeit geübte Selbstbeobachtung stützt, und dort, wo sie physische Vorgänge zum Rückschluss auf psychische verwerthet, von der Voraussetzung einer Proportionalität beider ausgehen muss. Ich stimme darum vollkommen mit Wundt überein, der die Theorie der Suggestion und Hypnose eine Aufgabe der Physiologie nennt, und möchte diesen Satz für die Hysterie ganz besonders zuspitzen. Was wir psychologisch von der Hysterie zu erkennen vermögen, das wird dort sein Maximum erreichen, wo der Hysterische am wenigsten davon ahnt, dass er

beobachtet wird; die bewusste Vernachlässigung, die in der Behandlung der Hysterie eine Rolle spielt, mag uns auch als explorative Methode die verhältnissmäßig am besten gesicherten Aufschlüsse geben. Wer allerdings, wie Freud, die Ergründung der im hysterischen Bewusstsein gegebenen Verknüpfungen damit einleitet, dass er den Hysterischen zuvörderst noch ein wenig hysterischer macht, d. h. ihn hypnotisirt, der wird höchstens die Befriedigung erleben, alle seine vorher zurecht geschnittenen Hypothesen durch geeignete Fragestellung in vollem Umfange bestätigt zu finden. Man kann geradezu sagen: je systematischer, je im gewöhnlichen Sinne exacter die psychologische Untersuchung der Hysterie geübt wird, desto unzuverlässiger ist sie, und es gibt dafür kaum ein schöneres Beispiel, als jene Methode der in diesen exacten Explorationen am meisten fortgeschrittenen französischen Nervenärzte, der es nicht bloß gelang, die hysterische Gesichtsfeldeinschränkung sehr genau, sondern — durch hinreichend häufiges, gut geleitetes Verfahren — auch die Reihenfolge der Isochromen ihrer pathologischen Einschränkung nach festzustellen.

Knüpft sich also unsere Hoffnung, dereinst auch über das Wesen der Hysterie befriedigende Aufschlüsse zu erlangen, nicht an die psychologische Erforschung der hysterischen Seelenzustände, sondern an die Kenntniss der sie tragenden physiologischen Substrate, so ist im Gegentheil die Nervosität die Erkrankung par excellence, die einer psychologischen Methodik sich darbietet. Alles, was wir am Nervösen kennen: die völlig intacte Proportionalität zwischen den psychischen und physischen Processen, die gesteigerte Klarheit und Deutlichkeit der zur Apperception gelangenden Vorstellungen, das Bestreben, alles möglichst genau und eindringlich zu schildern — stempelt diese Kranken geradezu zum Object der experimentalpsychologischen Untersuchung. Und es ist nur die Frage, ob der Stand der allgemeinen Psychologie heute schon ein solcher ist, um das Wesentliche der nervösen Vorgänge aufdecken zu können. Wir werden das am besten ehrlich verneinen, gleichzeitig aber uns erinnern, dass die Erforschung der Gefühlsvorgänge gerade unter dem Einflusse der von Wundt vertretenen psychologischen Anschauungen neuerdings in ein erfreuliches Fortschrittstempo tritt, dass die Aufhellung dieser Probleme auch von Binswanger als die Grundlage des Verständnisses der nervösen und neurasthenischen Erscheinungen

gefordert wurde, dass man allgemein die gänzliche Unfruchtbarkeit der Associationsschablone zu erkennen scheint — lauter Momente, die uns zu der Hoffnung berechtigen, eine nicht zu ferne Befruchtung der Nervositätsforschung durch die experimentelle Methodik zu erleben. Wird doch diese Forschungsweise gerade auch die Bereicherung unserer differentialpsychologischen Kenntnisse weit mehr mit sich bringen, als sie etwa eine solche voraussetzt. Denn wenn es mir wahrscheinlich ist, dass in den Vorgängen des Gefühlscontrastes die letzten Ursachen der Nervosität zu suchen sind, so haben wir durch deren experimentelle Enträthselung nichts Geringeres gewonnen, als den Weg zum Verständniss des bedeutsamsten differentialpsychologischen Factors überhaupt: der gemüthlichen Widerstandsfähigkeit; und da die Nervosität als die leichteste Geistesstörung, die einen gesunden Organismus befallen kann, der natürliche Schlüssel zum eindringlicheren Verständniss der psychischen Erkrankungen schlechthin ist, so knüpfen sich an die auf ihre Erforschung gerichteten Wechselbeziehungen zwischen Psychologie und Nervenheilkunde Hoffnungen, die hier in lichten Farben auszumalen wir uns versagen müssen, die aber weniger als viele andere unserer Tage der Gefahr, getäuscht zu werden, ausgesetzt sind.

Moebius hat nicht bloß einmal mit Nachdruck betont, die Psychiatrie und die Nervenheilkunde müssten auf klinischem Boden fußen, und es sei so wenig wie die Anatomie, so wenig auch die »gerade herrschende Schulpsychologie« gerathen in sie hineinzutragen. Hinsichtlich der Anatomie hat seine Ehrenrettung Gall's den Leipziger Gelehrten leider dazu geführt, seine eigene Forderung umzustoßen. Was aber die herrschende Schulpsychologie angeht, so mag der Vorwurf, sie in die neurologische Betrachtung hineinzuziehen, den Intellectualisten gemacht werden — von jener Seite, die in unserem Jubilar ihren Altmeister feiert, ist bisher mir noch kein solches Unternehmen bekannt; und es sind nicht die Psychologen, sondern die Aerzte selber gewesen, die in jüngster Zeit mehr und mehr zu voluntaristischen Anschauungen und voluntaristischen Interpretationen sich gedrängt sahen. Die experimentalpsychologische Methodik aber gehört keiner Schulpsychologie an, sondern ist die moderne psychologische Arbeitsweise schlechthin. Wenn aber Intellectualisten und Voluntaristen auf dem Boden der im Bereich nervenärztlicher

Interessen belegenen Psychosen ihre Kräfte messen, so wird das dem neurologischen Fortschritt so wenig schaden, wie etwa der Gegensatz zwischen kinetischer und energetischer Naturerklärung der Physik den Hals gebrochen hat. Ich finde es viel bedenklicher, wenn Moebius an den richtigen Satz, die Betrachtung der Hysterie führe schließlich zu dem Problem des psychophysischen Zusammenhanges, eine Erörterung knüpft, die ein eigenthümliches Gemisch Schopenhauer-scher und Fechner'scher Metaphysik als die rettende Antwort auf die brennende Frage preist. Auch unseres Jubilars Weltanschauung angelt in einem metaphysischen Willensbegriff; aber er hat immer und erst neuerdings wieder scharf betont, dass dieser metaphysische Wille seiner Philosophie mit der voluntaristischen Grundlage seiner Psychologie an sich nichts zu thun habe, und damit jedem die Freiheit gelassen, diese zu acceptiren und über jenen anderer Meinung zu sein. Mich haben die Erwägungen über die Natur der Hysterie gerade im Gegensatz zu Moebius dahin geführt, für den psychophysischen Zusammenhang eine aller metaphysischen Speculation, ja aller philosophischen Debatte nach Möglichkeit entzogene Formel zu suchen, und sie schien mir in der Function gegeben, die es der Nervenheilkunde möglich macht, von physiologischen Forschungen dereinst eine Aufhellung vieler auf psychologischem Wege unlösbarer Fragen über die psychischen Alterationen der Hysterischen zu erhoffen.

Die Nervenheilkunde hat viel mit der Anatomie und auch mit dem Localisationsstreite zu schaffen. Gerade hierin aber ist die Stellungnahme der Psychologie von gegnerischer Seite immer missverstanden worden. Wenn man dort meint, es gebreche der Psychologie an der Kraft oder Neigung, sich mit beiden Füßen auf den Boden der materiellen Welt zu stellen, so ist das eine Anschuldigung, die niemanden weniger trifft, als unsern Jubilar. Wer die Localisation der Functionen und ein Centrum der Apperception, soweit diese auf die Empfindungen verändernd wirkt, fordert, ist über jene Verdächtigung ein für allemal erhaben. Was die Psychologie am Localisationsstreite tadeln muss, was sie veranlasste, sich von ihm ganz abzukehren, ist lediglich die Ausfechtung dieser Kämpfe mit den längst verrosteten Waffen, die dem Arsenal der Vulgärpsychologie entnommen sind. Und die — wenn alle anderen Hoffnungen fehl-

schlagen sollten — sichere und bleibende Wirkung psychologischer Einflüsse in der Nervenheilkunde kann nicht die Einnistung einer Schulpsychologie in fremdem Gebiete, sondern die Befreiung eben dieses Gebietes von der traurigen Vorherrschaft der Vulgärpsychologie sein; und wir wollten die nämliche Freude haben, wenn die Intellectualisten diese Arbeit besorgten. Leider haben sie bisher keine Anstalten dazu getroffen, sondern durch die Mitbenutzung modernisirter vulgärpsychologischer Phrasen — man denke nur an die »Erinnerungszellen« — der Befestigung jener Vorherrschaft unter pseudowissenschaftlichen Trugformen eher noch Vorschub geleistet. Nicht als Anspruch auf die Richtigkeit und irgendwelchen dauernden Werth der auf diesen Blättern dargelegten Versuche einer psychologischen Deutung von Problemen der Nervenheilkunde, sondern als Ueberzeugung davon, dass die durch Wundt uns vermittelten psychologischen Erkenntnisse heute allein im Stande sind, der Vulgärpsychologie in allen ihren Verhüllungen den Boden innerhalb der Nervenheilkunde abzugraben, möchte ich es aufgefasst wissen, wenn ich diese Ausführungen mit der Gewissheit schließe, dass alle vorderhand mögliche psychologische Denk- und Forschungsweise des Nervenarztes sich fruchtbar erweisen wird, sofern sie in dem Lebenswerke unseres Jubilars ihre Einwurzelung und Orientirung sucht.

An Experimental Study of Writing Movements.

By

Charles H. Judd.

Cincinnati.

With 6 figures.

The movements employed in writing are, for the most part, the results of individual practice. Inherited nervous structures furnish, to be sure, a general basis for this, as well as for other forms of action, but the special character of writing movements is, after all, determined in the main by influences that are brought into play during the years of practice which are generally devoted to acquiring this art. Writing movements are, therefore, especially suited to investigation by the psychologist who wishes to study the relation between movement and the corresponding conscious processes.

It is the aim of this paper to report certain investigations which were undertaken with a view to dealing with one phase of this relation between movement and consciousness. The particular phase here treated may be defined by raising the following question: What is the relation of consciousness to the acquirement of the writing movements, and what change in this relation takes place as the movement becomes automatic? A difficulty in the way of a general treatment of this problem appears at once in the fact that there are so many marked individual variations in writing movements. Our investigation of the relation to consciousness must begin, therefore, with a prefatory analysis of writing movements which analysis shall point out the fundamental similarities back of the apparent heterogeneity.

The principle underlying the analysis here carried out was suggested by a study of the way in which the writing movement develops. If one observes a child he will note that in forming the letters the child

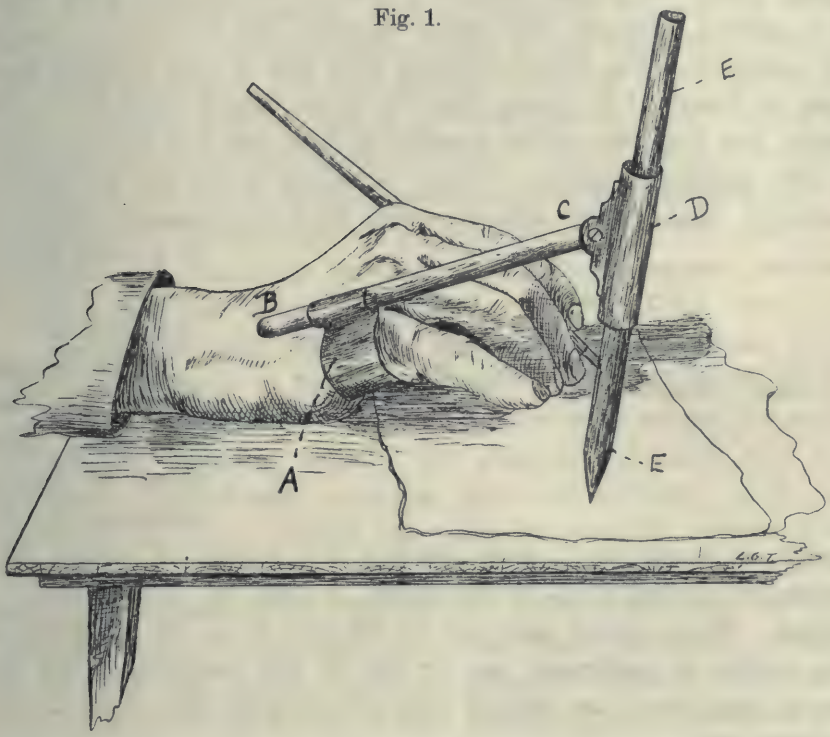
uses finger movements almost exclusively. The hand and arm move only in the intervals between finger movements. The hand and arm movements are, furthermore, forced movements. The fingers become so cramped that they must be relieved in a measure by a forward movement of the whole hand. There is at this stage no unity in the writing movement; it is made up of finger movements followed by distinct and separate hand and arm movements. The question suggests itself therefore, what is the relation between the finger movement and the hand and arm movement in developed adult writing. This was the first special question taken up. The analysis did not attempt to deal with separate muscles, but took up for investigation what may be called elementary movements.

There are certain parts of the hand which do not participate in the finger movement. One such part, for example, is the fifth metacarpal bone, just behind the little finger. If now, we can determine the movements executed during writing by this fifth metacarpal bone, and substract these hand movements from the total writing movement as shown in the letters produced, we shall be able to determine what phase of the total movement belongs to each of the different parts engaged. The construction of a simple mechanical device for securing a record of the metacarpal movement was accordingly undertaken. The result is exhibited in figure 1. A brass spring is fitted closely to the last metacarpal bone (*A*, fig. 1). This carries a light aluminum rod of adjustable length (*BC*, fig. 1). At the end of the rod a glass tube (*D*, fig. 1) is fastened by an adjustable joint which permits a change in the vertical angle of the tube. Through the tube is allowed to pass a writing stylus (*E*, fig. 1) which will be kept in contact with the paper by its own weight in spite of slight variations in the elevation of the glass tube. The length of the rod *BC* is so adjusted that the distance from the carpus, or center of hand movement, to the extremity of the recording point will be equal to the distance between the carpus and the end of the pen which is held in the fingers. The record of the hand movement will in this way be given on the same scale as that of the writing itself and a direct comparison may be made between them.

There are certain forms of hand movement which this apparatus does not record. Thus, any slight movements upward and downward

are entirely eliminated by the movements of the writing stylus within the glass tube. Secondly, movements of supination and pronation are not recorded. It should be noted, however, that observation of these latter movements is rendered somewhat easier by the fact that the vertical angle formed by the glass tube varies with every change in supination or pronation. If, accordingly, the experiment is begun with the tube in a position perpendicular to the writing surface,

Fig. 1.



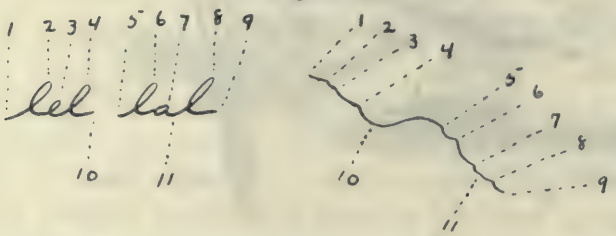
slight deviations from this position are easily observed. These limitations of the apparatus could not be remedied without complicating the conditions very much, and so the simple apparatus was used and the records were interpreted with the limitations mentioned, constantly kept in mind.

It may be well to note also in this connection that each writer who made use of this tracer was at first somewhat embarrassed by the unusual weight attached to the hand. Certain of the results which will be reported indicate very clearly the effects of this

embarrassment, and also show its rapid disappearance. The embarrassment, as a matter of fact, very soon wore off in every case, so that it was possible to obtain records that may be looked upon as entirely normal.

A large number of records were taken with different individuals. Most of these subjects were not in any sense of the word writing specialists. They had acquired in the ordinary way, through the usual school and private practice, a form of writing movement which was entirely automatic and was in constant and easy use as a mode of expression. The form of writing dealt with in such ordinary cases may be described by saying that the letters sloped somewhat to the right, that they were rather rounded in form, and that they permitted a free running movement. Great variations in size did not appear, although some of the subjects wrote what is commonly spoken of as a »fine hand«, others wrote a »course hand«.

Fig. 2.



To the records obtained from subjects using these forms of writing which we may describe as usual, there were added a few records of writers who employed unusual forms of movement, or aimed at unusual forms of letters. These special cases will be referred to in the statement of the results as confirming one or two of the conclusions, but the staple conclusions are derived from the subjects who wrote in the ordinary way.

With this description of the apparatus and the character of the subjects, we may take up at once the discussion of a typical simple record. One of these is shown in figure 2. The letters written, appear on the left, and the tracer record on the right. The points which correspond to each other in the two parts of the figure are similarly numbered. The most obvious fact is that the hand participates only in the forward movements, while the fingers do all of the finer work of forming the letters. Thus, the lines between 1 and 3 in the tracer record represent the whole movement of the hand during the writing

of the letter *l* and the first stroke of the letter *e*. A still more striking illustration of the relation between hand and finger movements is found in the case of the letter *a*. From 6 to 8 in the tracer record, we have the total movement of the hand from the top of one *l* to the top of the next succeeding *l*. The movement 6—7 in the tracer record, represents the part played by the hand in making the downward stroke of the *l* and in carrying the fingers forward to the position from which they form the *a*. If 6—7 is contrasted with 2—3 which represents a similar movement from the top of an *l* to the top of its next succeeding letter, a very characteristic fact in all hand movements will be observed. It is the fact that in most cases the hand does its part in the formation of a letter before the fingers begin their finer formative work. After making, then, the long movement 6—7 the hand participates in the completion of the *a* only to the extent indicated by the lines 7—11. The point 11 is somewhat less definite in its localization and is consequently indicated below, rather than above the line.

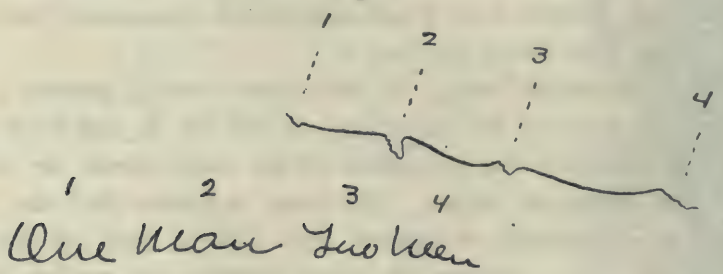
Another important feature of this tracer record appears in the differences in slope of the three parts 1—10, 10—5, and 5—9. The part 1—10 indicates the movement of the hand during the writing of the first group of letters. Its slope indicates that the hand executed a considerable movement from left to right on its own center in the wrist. During the pause between the writing of the two groups of letters, an entirely different form of movement was executed, as shown in the line 10—5. In the first place, the slope indicates that this movement was made from an entirely different center. It was, indeed, an arm movement centered at the elbow instead of at the wrist. But it also included a wrist movement from right to left, as indicated by the convex form of the line just before 5. The interval between the groups of letters was, accordingly, employed in executing an arm movement which carried the hand forward, and in executing a backward wrist movement which prepared the hand for the new series of forward movements which we find taking place from 5—9. This new series was made up again of wrist movements from left to right, performed during the writing of the last group of letters.

Figure 3 from a different writer presents a somewhat different

type of record. Here the hand movement during the writing of the letter is much less than in the case of the first subject. The arm movements are longer and freer. The hand and fingers are carried forward by the arm during the intervals between words, to a position corresponding to the middle of the word to be written, and then the fingers execute the major part of the writing movement.

This is, however, in spite of the limited amount of hand movement, a very excellent illustration of the relation of hand movement to the word. Any group of letters which is written with a single progressive hand movement, as are these groups in the figure, will be seen to have a kind of unity which cannot be overlooked. It is not the unity of a single line or letter, to be sure, but it is a higher form of complex unity. It should be noted also that such hand movement units are not always coextensive with single words. A long

Fig. 3.



complex word is commonly broken up into two, or even three, such hand movement units with a regular arm movement between. Sometimes, on the other hand, two short words are united into a single continuous phrase and are written with a single unitary hand movement.

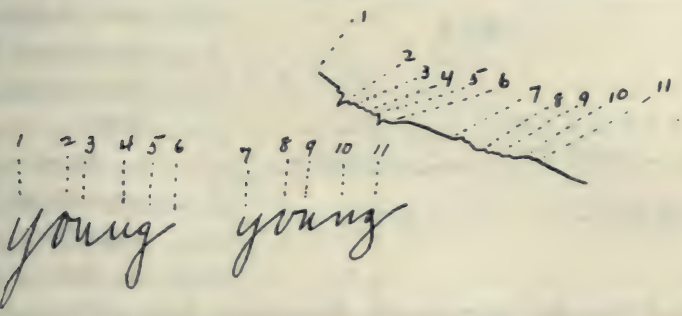
Records essentially identical with the one reproduced in figure 3 were secured from a number of persons who wrote »round« letters, and from every case investigated in which the writing was of the type known as vertical. There is, accordingly, ample ground in the records secured for the statement that broad, round letters usually indicate a preponderance of finger movement.

It should not be overlooked, however, that this preponderance of finger movement is quite compatible with the same general statement as that made in the analysis of figure 2, namely, that the function of the hand is to participate only in the forward movements, while

the fingers do the work of constructing the letters, and the arm acts in the intervals so as to carry the hand forward. It is only necessary to note that in this case the constructive finger movements and the forward arm movements have a larger part to perform.

A third type of record is reproduced in figure 4. This record shows the very pronounced preponderance of arm movements. The movements recorded between 1 and 6 and 7 and 11 differ little in slope from the recognized arm record between 6 and 7. The hand reproduces the letters in much more detail than in the other cases because it is carried along in the process of writing by a general arm movement. To be sure, the finer details of the letters are here, as before, formed by the fingers, but there is more of the general work done by the hand and arm muscles. This record is also in

Fig. 4.



the character of its writing, obviously bolder and more angular than the earlier records. It is typical of a whole group of cases in which the movement is coarse and more general and in which less attention is given by the writer to questions of form.

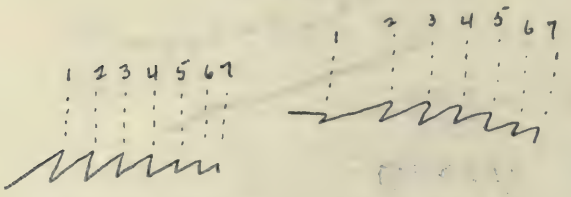
There are certain forms of writing in which the individual has trained himself to make no use whatever of the fingers. It is not our purpose in this paper to deal with such unusual and extreme forms of writing movement. Enough to say that they require long periods of special practice. When the ordinary individual is asked to write without moving the fingers, the records generally make it very clear that some finger movement has crept in in spite of the effort to exclude it.

The general conclusion from the comparison of a large number of records, of which the three reproduced represent the chief types,

may be summed up briefly in the statement that in ordinary writing the fine formative movements are executed by the hand or arm; and the pauses between groups of letters are utilized for longer forward arm movements, and for hand movements which bring the hand back into an easy working position.

It was mentioned in an earlier paragraph that certain of the subjects of this experiment showed in their results that embarrassment resulted from the unusual weight of the apparatus attached to the hand. The indications of embarrassment appeared in the fact that subjects whose records later developed into the type represented in figures 2 and 4, began with records of the type represented in figure 3. In other words, the freedom of the hand movement was decidedly interfered with at first in such cases, the writing being done almost entirely by the fingers, with corresponding long forward arm movements in the interval between the writing of the letters.

Fig. 5.

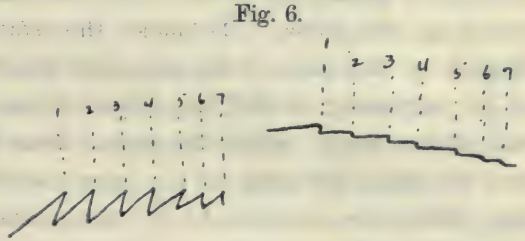


Another series of experiments which should be mentioned in this connection was tried for the purpose of discovering how differences in the character of the demand made upon the subject modified the character of the movements. A subject was required to make a record of a free upward and downward movement such as that represented on the left of figure 5. In this first experiment no restrictions whatsoever were placed upon the subject, he was allowed to make each line in the freest possible manner. The corresponding tracer record is given on the right of the same figure. The presence of some finger movements appears in the lack of sharply defined angles in the tracer record. The tracer record shows, however, by its general form and slope that it is due very largely to free arm movements which carried the whole hand over the same path as that traversed by the writing pen. The figure which the subject had prepared in this first free construction was then set for imitation, and in order that the imitation might be exact the extremities of each of the upward and

downward movements were indicated on the paper by means of dots, before the movement began. A typical result of such restricted movement is presented in figure 6. It should be noted that the time required for such restricted movement was decidedly longer than that required for the first free movement represented in figure 5. The characteristic difference between these two movements is, of course, obvious when the two tracer records are compared. The first, free movement is predominately an arm movement; the second contains a very large element of finger movement, especially in the downward strokes. The subject finds that in order to meet the points prescribed, it is necessary to make a finer, more accurate adjustment, than was necessary in the first free drawing.

A fact which appears very clearly in figure 5 may also be made a subject of special comment. The movement at first is not the same in character as it is later in the course of the drawing. This same fact appears in almost every record of writing. The hand is evidently not in position at first, but requires a few strokes to adjust itself. Sometimes the necessary adjustment is brought about by a greater emphasis of finger movement, sometimes by a more pronounced hand movement.

Fig. 6.



Another group of results is as follows. Any change in the conditions under which the subject writes, will modify the character of the movement. A change from a hard pencil to a soft pencil, or a change from the vertical position of the paper to an oblique position, will be sufficient to produce noticeable variations in the character of the muscular coordination, even when the products of the movement, that is the written letters, conform very closely to the same type.

One movement which is of importance in securing a uniform slope of the letters has not been mentioned in this analysis; it is a movement of pronation which takes place in the most highly developed forms of writing movement. As already noted the apparatus does

not show in its records the presence of such a movement. We are therefore dependent upon observation for its description.

In order to understand this movement of pronation one should note that the position of the hand and fingers at the beginning of the line of writing is such that the movement of the first finger (which is the most important movement in directing the pen in its formative strokes) will give the letters a certain slope with reference to the edges of the paper. This first slope may be to the right, or it may be vertical, or, finally, it may be to the left, but in any case it is the result of a pen movement which grows out of the total position of the parts with respect to the edges of the paper. As the hand moves across the paper during the writing of the line it is obvious that the position of the arm and hand with respect to the paper, and especially the position which they assume with reference to the edges of the paper, must undergo a change by virtue of the movement of the arm about its center in the elbow. To make this statement definite, the angles formed by the axis of the arm and the left edge of the paper are, at the beginning of the line, acute below the point of intersection and obtuse above; while the angles formed by the axis of the arm and the same left edge of the paper, at the end of the line of writing, either are, or tend to be, acute above and obtuse below. If, as sometimes happens, the center of arm movement, that is the elbow, is itself moved forward from the shoulder during the writing of the line, the above statement in regard to angles holds with this change; each period between movements of the elbow is to be treated as a unit or line.

The gradual modification in the position of the arm axis with reference to the edge of the paper during the writing of a line, requires some definite form of correcting movement, if the slope of the letters is to be kept uniform with reference to the edges of the paper. Indeed, it should be added at this point that a corrective movement of less degree is also required to counteract the changes in the direction of the axis of the hand due to the left to right wrist movement which takes place in writing a word. This lesser corrective movement is of the same type as the greater movement which is the main subject of discussion here and needs therefore no special discussion. If, however, one examines many specimens of handwriting,

he will see that only partial corrections of the slope of the finger movement have usually been effected by ordinary writers. The slopes of letters at the end of a line, and the slopes of letters at the end of a word, are commonly greater than at the beginning. This failure to correct the slope gives to the line and to the word, the somewhat irregular appearance usually noticeable in ordinary writing. So far as any correction is effected in these cases, it results from a movement of pronation which tends to throw the upper end of the pen towards the writer and thus to give the pen a movement more nearly parallel to the axis of the hand and arm. This movement of pronation is one which very few adults have fully acquired. It is a kind of added refinement which given uniformity to the slope without interfering with the continuous arm movement from a single position. If the movement of pronation is not present, the only way to secure uniformity of slope is to keep moving the elbow forward every time the slope of the letters begins to grow noticeably different. This repeated change of position of the elbow is neither easy nor conducive to fluency of writing. The result is that uniformity is either sacrificed to a very large degree, or it is secured by the development of this additional movement of pronation.

This movement of pronation seemed to furnish a favorable subject for further investigation, in view of its incomplete development in most adults. A group of ten adults was induced to give some attention to the regularity of the slope of their letters. The members of this group were asked to pay attention as closely as possible to conscious processes which accompanied this effort to improve, and were asked also to make daily records of their observations and to note whether or not they really improved in the regularity of slope during the period of practice. These ten persons were all trained teachers and could consequently be depended upon to take up the practice with intelligent interest. On the other hand, they had no special preparation for the particular form of practice which was prescribed. Their attention was not directed to the movement of pronation and they were asked to put themselves as far as possible in the normal attitude of one who is trying as earnestly as possible to improve his writing, rather than into the studied attitude of one who is investigating the problem merely as an outsider.

The first result of the practice was that each of the persons became clearly conscious of the fact that his own writing contained many irregular slopes. Attention to this matter grew so keen that it extended to the writing produced by others, and all the observers expressed surprise at the degree of irregularity that had, up to this time, escaped notice. There was a very general agreement that the recognition of this irregularity of slope was a definite experience resulting from conscious comparison of visual percepts.

As soon as the irregularities were recognized, and the effort to correct these irregularities commenced, there was general agreement as to the difficulty of finding any guide to follow in actual writing. The effort to refer back to earlier letters in a given line, the effort to refer to letters in the line above, the effort to carry in memory a sort of standard angle with the horizontal line, all these devices are mentioned as methods of securing uniformity. There is not a single case among the early records of the ten adults in which reference is made to any form of movement. All the devices mentioned emphasize the visual guides as the ones constantly referred to. Several noted the tendency to write more slowly and carefully, and one noted that it cramped his hand to write regularly. All found it possible to improve by constant attention to the slope of the letters. Several noted that there were days when the letters were very much more regular than on other days. Many times the days of irregular movements were described in terms which indicated that the physical condition of the writer was not good, but not infrequently the records merely remarked that there was no apparent reason.

Nothing could be more obvious from the records than the fact that the whole practice of these subjects consisted in a purely empirical effort to approach an end which was always presented to consciousness in terms of visual perception, and never presented in terms of the movements which were the real means be which the end must be reached. The movements were no more intelligently or directly guided than are those of a child. The whole attention was concentrated on the product.

After practice has been going on for four weeks with some evidences of improvement, but no definite notion on the part of the subjects as to how they might accelerate the improvement, they were all asked to practice by writing a single word at the beginning of the

line and then to pass over the middle of the paper to the extreme end of the line and there to write the same word again. The word »long« was used for this practice as a suitable word to bring out the slope both above and below the line.

Three distinct types of results showed themselves in this experiment. First, there were two cases in which the elbow and whole arm were carried across the page in such a way that the arm was, at the end of the line, in a position parallel to its first position. For these two subjects the control of the slope consisted, as throughout the practice, in a simple visual control. Secondly, there were three distinct cases in which the hand was adjusted by a purely automatic pronation which took place during the movement from one end of the line to the other. In these three cases the control so far as it was recognized at all was a purely visual control. The movement was present in such a completely automatic form that it attracted no attention to itself. Finally, the remaining five members of the group fall into a class intermediate to the first two mentioned. For these five observers the movement was neither purely automatic nor wholly developed. When they reached the end of the line they found the hand in such a position that it was impossible to make a slope that satisfied their visual expectation without executing some kind of additional movement. The movements employed were of various kinds, but usually contained an element of pronation. The pronounced demand for a change in the position of the hand had also another effect. It called attention to the hand itself. It is to be noted at once, however, that no one of the subjects used the hand sensations any further than to try to get the fingers into an easy position. There was no tendency to make the hand the chief factor in attention. So long as the hand could not be used readily there was a recognized demand that it be moved. The movement was of a tentative kind, now in this direction now in that. There was no distinct and clear recognition of the position aimed at, or of the superiority of one kind of movement over any other. There was merely an effort to reach a certain end of production and in order to reach this end the hand must be in an easy position and must be moved until it was brought into this easy position. That the hand sensations were not of importance in developing the right form of action appears

further in the fact that there was no uniformity even after some of the subjects had by chance hit upon the easy movement of pronation. They continued to find it necessary to make tentative efforts in this direction and in that until finally the proper movement had been hit upon a sufficient number of times to establish it without conscious selection. No one of the subjects ever discovered the movement itself in any way so as to call attention to it as a fact of movement. In other words, the position of the hand was never clearly recognized in terms of its own sensations. Consciousness on the part of these writers was always visual consciousness. Movements were not subjects of direct attention and they were never held in consciousness in the form of clearly marked sensory experiences.

The experiences of this group of adults who were making an effort to cultivate one of the refinements of the writing movement finds parallels at every point in the experiences of children who are learning to write. With the children, the hand movements which carry the fingers forward during the writing of a word have to be acquired under the stress of the feeling of cramped, disagreeable strain in the fingers. There is no conscious selection of the hand movement. It appears at first as a separate distinct movement, and after appearing as such, time and time again, it gradually becomes incorporated without any conscious purpose or clear recognition into the total automatic form of movement.

These facts make it difficult to attribute to the sensations of movement any important part in the building up of the writing habit or in the maintenance of correct forms of movement after the habit has been developed. The various factors of movement have been gradually added to each other by a process of organic fusion, not controlled by consciousness. These separate factors are each the result of many trials in which the guiding motives have been, first, the reproduction of visual forms, and second the avoidance of difficult, cramped positions of the hand.

The effect of this duality of motive is apparent in the result. Very few individuals conform fully to the demands of their visual pattern. Usually one approximates this pattern as nearly at it is possible to do so while fulfilling the second requirement of easy, free movement. As the movements come to be more and more fully

established the visual control gradually recedes into the background. It has done its work in keeping the subject active and in leading him to try this movement and that in the effort to establish, not only easy movements, but also appropriate movements. But sooner or later the movements established by this series of trials will begin to assert their permanent character, and the effort to try new combinations will diminish just in the degree in which the movements have succeeded in establishing themselves through repetition. One may revive the visual control, as was done in the ten cases cited, when many new comparisons will be made and new efforts of movement will follow. But the fundamental process leading to improvement is not changed by the revival of the visual motive. It remains, as it was at first, a form of trial and organic selection.

The weakening of the visual motive through the predominance of the motive of movement, is not a sudden process. It takes place gradually, in that the visual pattern itself is little by little neglected. That is, starting with the ideal visual pattern presented by some one else, the individual gradually builds up a pattern of his own. This he does by allowing his own adaptations or modifications of the pattern to stand in place of constantly renewed effort to reach the objectively presented ideal. Patterns gradually lose their force in this way, through the increasing reliance upon the acquired individual forms of movement. Since, now, this individual movement is not, and never has been, a subject of attention there has been substituted for vivid consciousness, a form of consciousness altogether weaker and less important. Consciousness has literally guided the development of the movement and then gradually receded as the movement became more independent.

The individual variations in writing are due to the way in which the visual factors and the factors of movement have been interrelated. If one insists on the constant and clear recognition of the visual pattern, he may ultimately conform the movements by a large amount of practice to this pattern. In other words, expert writers may write a perfect copy. If, on the other hand, as is usually the case, the movement factors have early been allowed to supersede the visual pattern in importance, we shall find deviations from the pattern. And these deviations will be of a great variety of types. There will be

cases in which the hand movements are underdeveloped as shown in figure 3. There will be cases in which the finger movement will be less pronounced as in figure 4. These accidents of individual development are the more diffficult to overcome because they are due to the dropping away of conscious control rather than to its presence. Withdraw the visual pattern even in a measure, and there is left behind a certain residuum of established movement which asserts itself. This residuum of established movement is, then, in a very proper sense of the word an epitome of past experience. It contains the visual experiences so far as these have actually succeeded in modifying and guiding the combination of complex movements, but it contains these visual experiences rather in the form of their effects than in the form of their first original presentation. And as such an epitome of past experience the writing movement does not itself require or receive attention. Indeed, that which has survived in the experience is the factor which all along was not conspicuous in consciousness.

Introspective analysis shows clearly enough that the sensations of movement which come from the hand and arm are vague and relatively unrecognized. The value of the movements lies in the fact that they may go on without conscious control and with a minimum of attention.

Any change in the condition of writing, as, for example, that illustrated in figures 5 and 6, or in the other cases mentioned in later paragraphs, will tend to center attention again on the conscious factors. It is important to note that such attention always gives rise to greater efforts of movement. This means, not that the writer has turned attention to the movement as such, for if movement and its resulting sensations were the guides of action there would be no necessity of the exclusive and wholly unnecessary movements which appear in abundance. The meaning of excess movement is that the subject is striving, just as in the first stages of development, to hit upon some movement that will satisfy his visual control. The excess movement is then the expression of an absence of conscious attention to the movement itself, and of very marked attention directed to the end aimed at. The reduction of the excess movement to orderly and appropriate form relieves consciousness of attention just in the degree in which it succeeds.

It lies beyond the scope of this paper to deal with the relation of the writing movements to the conscious processes which they express. It may be indicated, however, that movements which have become automatic in the way described, are especially well adapted to the work that is required of them in expressing ideas. Attention is not engaged in the control of the movement itself, and is, therefore, free to take up other contents and to dwell upon the relations which are appropriate to these new contents. The writing movements thus become, after being developed through conscious control, the means of expressing entirely new contents, not originally connected in any way with the form of the movements or mode of their development. The process of shifting consciousness from form to the new content, is a process which logically follows the process traced in this paper. As a matter of experience there is of course no distinct point in time when the reduction to automatism is complete and the growth of expression begins. The processes go on together. As soon as automatism has gone far enough to free attention in a degree, this freedom is employed in its degree in taking up new content.

The purposes of this paper are, however, attained without treating of the second phase of this subject, if only the first phase of the process has been in a measure elucidated, and if the data gathered have served to reduce the great variety of individual forms of writing to a few more thoroughly analyzed, and fully described types.

Ueber Vertheilung und Empfindlichkeit der Tastpunkte.

Von

Friedrich Kiesow.

Universität Turin.

Mit 2 Figuren im Text und Tafel I.

Bald nachdem ich vor Jahren mit den von M. v. Frey in die Wissenschaft eingeführten Untersuchungsmethoden bekannt wurde, ist während des vielfachen Zusammenarbeitens mit ihm in mir der Wunsch entstanden, das Gebiet der Tast- und anderer von der Körperhaut ausgelöster Empfindungen vom Standpunkt der physiologischen Psychologie aus einer Neubearbeitung zu unterziehen. Ich habe diese Arbeit später theils allein, theils mit meinen Schülern zusammen nach verschiedenen Richtungen hin unternommen und es ist einiges davon bereits veröffentlicht worden[1]). Mit der vorliegenden Arbeit stellte ich mir die Aufgabe, die Vertheilung der Tastpunkte und deren Empfindlichkeit auf den einzelnen Hautgebieten, sowie die Beziehung beider Momente zu einander näher zu untersuchen. Mir schien eine solche Arbeit nach mehr als einer Seite hin von Nutzen zu sein, besonders aber hoffte ich hiermit einige Vortheile für Untersuchungen im Gebiete der räumlichen Tastwahrnehmungen zu gewinnen. Soweit ich die erwähnten Versuche abschließen konnte, seien sie im Folgenden mitgetheilt; was daran noch fehlt, wird in nächster Zeit in einem Nachtrage an einem andern Orte veröffentlicht werden.

Was zunächst die Organe betrifft, durch welche Tastempfindungen ausgelöst werden, so ist abgesehen von den Gebilden, die man als

---

1) U. A. A. Pastore e L. Agliardi, Sulle oscillazioni delle sensazioni di deformazione cutanea. R. Accademia delle Scienze di Torino, Anno 1900—1901.

Tastkörperchen, Tastzellen u. s. w. bezeichnet hat, seit längerer Zeit sowohl von physiologischer wie von anatomischer Seite auf den Antheil hingewiesen worden, der den Haaren bei der Vermittelung tactiler Eindrücke zukommt, und es ist interessant zu verfolgen, wie hierin, wie in der ganzen Frage überhaupt, soweit sie nach ihrer allgemeinen Seite für uns in Betracht kommt, die beiden Wissenszweige schließlich zu demselben Resultate gelangen.

Obwohl im Allgemeinen bereits seit längerer Zeit bekannt war, dass durch die Haare Empfindungen ausgelöst werden (Albr. v. Haller[1]), bezeichnete den Bulbus als »*sensilis*«), ist von physiologischer Seite doch wohl erst im Jahre 1858 durch die bekannte Arbeit von Aubert und Kammler[2]) für diese Thatsache der experimentelle Beweis erbracht und zugleich der Versuch gemacht worden, hiefür numerische Bestimmungen auszuführen. So werthvolle Resultate die von diesen Forschern angewandte Methode in ihrer Hand ergeben hatte, konnte sie weiteren Ansprüchen nicht mehr genügen, und es bedeutete daher einen großen Fortschritt, als Magnus Blix[3]) im Jahre 1885 völlig neue Wege einschlug. Der bahnbrechende Schritt, zu dem Blix und nach ihm A. Goldscheider[4]) geführt wurde, bestand in der Erkenntniss, dass die Auslösung tactiler Eindrücke von Organen geschehe, die von denen, die der Aufnahme thermischer Reize dienen, verschieden sein müssten. Mit Hülfe eines eigens für diesen Zweck construirten Hebelapparates gelang es Blix, durch momentan von der freien Spitze eines Pferdehaares auf gewisse Hautstellen (Haut der linken Hand und des linken Unterarms, einige Stellen der unteren Extremität) ausgeübte minimale Drücke die einzelnen Tastorgane der oberflächlichen Hautschichte isolirt zu reizen und zum Theil ihre Empfindlichkeit zu bestimmen. Goldscheider, bei dem, wie er angibt, andere Gesichtspunkte im Vordergrunde standen, vereinfachte das Verfahren dahin, dass er eine Nadel oder ein zugespitztes Hölzchen leicht und schräg auf die Haut aufsetzte[5]). Eine messende Bestimmung ließ diese Methode

1) A. v. Haller, Primae lineae physiologiae, Gottingae MDCCLI. p. 268.

2) H. Aubert u. A. Kammler, Untersuchungen über den Druck- und Raumsinn der Haut. Moleschott's Untersuchungen u. s. w, V, S. 145 f.

3) M. Blix, Experimentelle Beiträge zur Lösung der Frage über die spec. Energie der Hautnerven. Zeitschr. f. Biologie XXI, S. 145 f.

4) A. Goldscheider, vgl. die betr. Arbeiten in »Gesammelte Abhandlungen« I, 1898. 5) Ges. Abhandl., I, S. 188.

natürlich nicht zu. Wie durch mechanische konnten diese Forscher den Nachweis isolirter Tastapparate in der Körperhaut auch durch elektrische Reizung führen. Die so auf die Haut projicirbaren Punkte, von denen aus durch minimale mechanische und elektrische Reizung die Tastempfindung auslösbar ist, bezeichnet Blix als Druckpunkte, welchen Ausdruck Goldscheider acceptirt und dem der Tastpunkte vorzieht. In Bezug auf die Haare der Körperoberfläche gelangte Blix zu dem Ergebniss, dass wahrscheinlich alle Haare Tasthaare seien. Diese Folgerung gründete sich auf die Beobachtungen, die er über die Frage anstellte, ob an behaarten Hautstellen Druckpunkte und Haarpapillen örtlich zusammenfallen oder nicht. Es ergab sich, dass auf der Rückseite der Hand »recht viele« Druckpunkte zwischen den Haarfollikeln zu finden waren, dass sie aber höher auf den Arm hinauf mehr »spärlich« gefunden wurden und auf dem Oberschenkel überhaupt nicht mehr zu constatiren waren. Blix will aber diese Frage nicht endgültig entschieden haben, sondern lässt die Möglichkeit zu, dass, auch wo er gesonderte Druckpunkte sah, rudimentäre Hautpapillen seiner Aufmerksamkeit entgangen sein könnten[1]). Goldscheider beschreibt eine andere Anordnung der Druckpunkte, doch spricht auch er von Anhäufungen dieser an den Haaren[2]).

Eine weitere Förderung erhielten diese Forschungen durch M. v. Frey[3]). Seine Arbeiten bilden chronologisch die Weiterführung derjenigen von Blix und Goldscheider[4]). Durch die von ihm eingeführten sogenannten Reizhaare ist es nicht nur möglich geworden, die einzelnen Tastapparate mit größter Exactheit auf die Hautfläche zu projiciren, sondern auch die Empfindlichkeit jedes einzelnen Punktes in bisher nicht erreichter Weise zu bestimmen. Diese Messung der Empfindlichkeit der Tastpunkte hat, wie v. Frey zeigt, nach Spannungseinheiten zu geschehen, d. h. durch den Reizwerth, den man erhält, wenn man das Gewicht, das ein solches Haar auf der

1) A. a. O., S. 157.

2) Ges. Abhandl., S. 192.

3) M. v. Frey, Beiträge zur Physiologie des Schmerzsinnes und der Haut, 1.—4. Mitth., Leipziger Berichte 1894—97. — Untersuch. über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut; Leipziger Abhandl. XXIII, III, 1896.

4) Auf die Arbeiten Dessoir's wird in einem anderen Zusammenhange eingegangen werden.

chemischen Wage zu heben vermag, durch seinen mittleren Radius dividirt. v. Frey geht nun über Blix noch insofern hinaus, als er alle Haare ohne Einschränkung als Tastorgane erklärt. Die Körperhaut besitzt nach ihm für die Auffassung von Deformationen zwei peripherische Sinnesorgane, die, obwohl morphologisch verschieden, doch in dieser Hinsicht gleichbedeutend sind: die Meißner'schen Körperchen und die Nervenkränze der Haarscheiden. »Die Behaarung der Haut« stellt nach v. Frey »den empfindlichsten Tastapparat des Körpers dar, jedes Haar einen Hebel, dessen kurzer Arm in der Haut steckt, während der lange Arm dem Reiz zum Angriff dient« [1]). Ob der Auffassung v. Frey's eine absolute Bedeutung zukommt oder ob nicht noch durch andere Gebilde, die sich in der Haut gewisser Körperstellen finden oder hier noch gefunden werden mögen, die Vermittlung tactiler Eindrücke zu stande kommt, ist eine Frage, die nicht ohne weiteres entschieden werden kann. Auf Grund eigener Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung geführt worden, dass v. Frey's Auffassung wenigstens für Theile der Mundregion und die Mundhöhle nicht ausreicht [2]), ebenso wie ich mich bisher nie davon habe überzeugen können, dass die Organe, für welche er die Wahrscheinlichkeit auflässt, dass sie der Auslösung thermischer Reize dienen, in der That diese Function besitzen oder dass sie wenigstens die einzigen seien, welche Temperaturempfindungen vermitteln [3]).

Mühsamer noch war der Weg, den die histologische Forschung zurückzulegen hatte. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, auf die gesammte Geschichte wie auf die Einzelheiten dieses interessanten Gegenstandes einzugehen. Wir beschränken uns vielmehr auf den Gang im allgemeinen, soweit er für uns Interesse besitzen dürfte.

Soweit hier die Haare in Betracht kommen, richtete sich die Aufmerksamkeit seit Morgagni [4]) zunächst auf die großen, einen Blutsinus enthaltenden und zum Theil mit willkürlichen Muskeln versehenen Haare, die sich an manchen Stellen des Thierkörpers (Lippen,

1) Vgl. Mitth. 1894, S. 188.

2) Vgl. auch E. Botezat, Ueber das Verhalten der Nerven im Epithel der Säugethierzunge. Zeitschr. f. wiss. Zool., LXXI, S. 221 f.

3) Vgl. Mitth., S. 181 u. A. Leontowitsch, Die Innervation der menschl. Haut. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., XVIII, S. 281. 1901.

4) M. V. Odenius, Beitr. z. Kenntn. d. anat. Baues d. Tasthaare, Arch. f. mikr. Anat. II, S. 437.

Mundwinkel, Kinn, über den Augen) finden. Indem man diese als mit einem besonderen Tastvermögen ausgestattet ansah, wurden sie als Tasthaare bezeichnet und ihre Innervation zum Gegenstand eingehender Forschungen gemacht.

Was diese letztere betrifft, so spricht schon Gegenbaur[1]), dem wir neue Anregungen zu diesen Studien verdanken, 1851 von einem dichten Netzwerk, das sich rings um die äußere Wurzelhülle ausbreite, und von dem sich nach innen zu ein zweites auf einem structurlosen Häutchen befindliches Nervennetz abzweige. Sodann beschreibt Leydig[2]) 1859 bei der Maus eine Art Kranz, den die Nervenfaserenden in der Gegend des Ringsinus bilden, und ebenso spricht Odenius[3]) 1866 wie Gegenbaur von einem groben äußeren Nervengeflecht und einem feineren inneren, in welch letzterem sich die Nerven theilen, dann aber nach oben ziehend in den konischen Körper treten, um hier einen vollständigen Kranz paralleler Fasern zu bilden, der jedoch bei verschiedenen Thieren verschieden sei.

Eine tiefergreifende Förderung erhielten sodann alle diese Untersuchungen seit dem Jahre 1871, in dem J. Schöbl[4]) seine bekannte Arbeit über die Flughaut der Fledermäuse veröffentlichte. Hier hatte man schon seit langer Zeit besondere Tastapparate vermuthet[5]). Indem Schöbl diese Verhältnisse genauer untersuchte, erkannte er, dass das feine Tastvermögen dieser Thiere zu der überaus großen Fülle von Härchen in Beziehung stehe, mit denen die Flughaut bedeckt ist. Schöbl zählte die Härchen der Flughaut und fand die ventrale Fläche unverhältnissmäßig reicher damit besetzt als die Außenfläche. Aus weiteren Untersuchungen, die er über die Haare des äußeren Ohrs der Mäuse und Igel, sowie über die des Igelrüssels anstellte[6]), ergab sich ihm, dass auch hier Tasthaare vorhanden waren, ja dass am Igelrüssel alle Haare Tasthaare seien.

---

1) C. Gegenbaur, Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugethiere. Zeitschr. f. wiss. Zoool., III, S. 19.

2) Fr. Leydig, Ueber die äußeren Bedeckungen der Säugethiere. Müller's Archiv, 1859, S. 720.

3) Odenius, cit. Arbeit S. 457 f.

4) Jos. Schöbl, Die Flughaut der Fledermaus. Arch. f. mikr. Anat., VII, S. 1 ff.

5) Es sei nur an den bekannten Versuch erinnert, den Spallanzani mit der geblendeten Fledermaus anstellte.

6) J. Schöbl, Das äußere Ohr des Igels als Tastorgan. Arch. f. mikr. Anat.,

Den cavernösen Körper hielt somit Schöbl für den Begriff des Tasthaares entbehrlich. Von Bedeutung ist für uns ferner, dass er allmähliche Uebergangsformen von den großen Tasthaaren zu den kleinen einerseits und von diesen zu der gewöhnlichen Haarform anderseits beschreibt. In der Polemik, die sich an Schöbl's Untersuchungen anschloss[1]), musste er selbst manche seiner früheren Behauptungen aufgeben, so dass schließlich für die Haare ohne Sinus ein Nervenring übrig blieb, der sich unterhalb der Talgdrüsen um das Haar herumlege und den er als terminalen Tastapparat auffasst.

Dieser Nervenring wurde 1872 von Jobert[2]) für den Flügel der Fledermaus und die Schnauzhaare einiger Säuger bestätigt. Derselbe Forscher suchte 1874[3]) zu zeigen, dass auch die Schwanzhaare der Ratte Tasthaare seien, und erklärte ebenso 1875[4]) die Wimpern der menschlichen Augenlider für wirkliche Tasthaare, indem er auch hier die nervöse Einrichtung wiederfand, die er bei den Tasthaaren ohne Blutsinus im Gesicht der Säugethiere, sowie in den Schwanzhaaren der Ratte angetroffen hatte. In der gleichen Arbeit gibt Jobert an, dass auch in der Haut der Backenknochen, der Ober- und Unterlippe und des Kinns beim Menschen Tasthaare gefunden würden. Er sah auch in diesem Falle die Nerven immer unterhalb der Talgdrüsen eindringen, fügt aber hinzu, dass ebensowenig wie bei den Säugethieren alle Haare dieser Region Tasthaare seien.

Während in den bisher erwähnten Arbeiten nur Theile der Oberflächenhaut untersucht wurden, stellt die 1876 von Arnstein[5]) der

---

VIII, S. 295 ff. — Ueber die Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugethiere u. s. w. Arch. f. mikr. Anat., IX, S. 197.

1) L. Stieda, Die angeblichen Terminalkörperchen an den Haaren einiger Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat., VIII, S. 274. — Zur Kritik der Untersuchungen Schöbl's über die Haare. Ebenda IX, S. 795. — J. Schöbl, Nochmals über die angebl. Terminalkörper u. s. w. Ebenda VIII, S. 654.

2) M. Jobert, Etudes d'anat. compar. sur les organes de toucher chez divers Mammifères. Anat. des sciences nat., II. sér., Zool. XVI, citirt nach R. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Hausthiere. Morpholog. Jahrb. IV, S. 334.

3) M. Jobert, Recherches sur les organes tactiles des Rongeurs et des Insectivores. Comptes rendus etc., LXXVIII, p. 1058.

4) M. Jobert, Recherches sur les organes tactiles de l'homme. Comptes rendus etc., LXXX, p. 274.

5) C. Arnstein, Die Nerven der behaarten Haut. Wiener Sitzungsber. LXXIV. 3. S. 203 ff.

Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien vorgelegte Arbeit auch insofern einen Fortschritt dar, als dieser Forscher größere Gebiete der Körperhaut in Rücksicht zog. Arnstein untersuchte in Rollett's Laboratorium vorzugsweise weiße Mäuse, daneben Kaninchen, die Fledermaus, einige Vögel und die Kopfschwarte des Menschen. Er gelangte hierbei einerseits zu dem Ergebniss, dass bei der Maus »alle Haare der Haut, selbst an Stellen, die für das Tasten nicht speciell eingerichtet sind, mit Nerven versehen sind«[1]), und unterscheidet zwischen eigentlichen Tasthaaren (äußeres Mäuseohr, die großen Haare der Schnauze), den Haaren der Rückenhaut und solchen, die in Bezug auf Nervenreichthum in der Mitte stehen (Mäuseschwanz). Die eigentlichen Tasthaare sind nach Arnstein besonders dadurch charakterisirt, dass sie außer den auch bei den übrigen Haaren sich findenden und in der Gegend der Talgdrüsen sich inserirenden Nerven specifische Tastnerven besitzen, die zu tiefer gelegenen Stellen des Haarbalges ziehen. Letztere dienen nach ihm der eigentlichen Tastwahrnehmung, erstere dem Gemeingefühl. Der Vermittelung des letzteren schreibt der Verfasser auch die Function von Fasern zu, die gleichfalls von den Stämmchen, von denen die Haarnerven sich abzweigen, ihren Ursprung nehmen und in der Cutis ein blasses Nervennetz bilden. Auch für die Kopfschwarte des Menschen glaubte Arnstein aus seinen Beobachtungen schließen zu können, dass jedes Haar mit Nerven versorgt ist, die sich in der Gegend der Talgdrüsen inseriren. Da bei diesen Haaren das dickere, nur den eigentlichen Tasthaaren eigene Stämmchen fehlt, so dienen auch sie nach Arnstein dem Gemeingefühl. Ein weiterer Befund Arnstein's sind Gebilde, die er in der Flughaut der Fledermaus fand und die er den Pacini'schen Körpern näher als den Meißner'schen stehend beschreibt. Sie werden als ovale Endkolben bezeichnet. Dieser Befund zusammen mit den im Greifschwanz einiger Affen und in der Wachshaut der Vögel gefundenen Körperchen brachten ihn zu dem für uns wichtigen Ausspruch, »dass Endkolben resp. Tastkörperchen und Tasthaare physiologisch gleichwerthige Gebilde sind und sich in ihrer Function gegenseitig ersetzen können«[2]).

1) A. a. O., S. 207.
2) A. a. O., S. 228.

Einen weiteren Fortschritt bedeutet die 1878 erschienene Arbeit Robert Bonnet's[1]. Der Verfasser stellte sich weniger die Aufgabe, das bis dahin gesammelte Material an vielen neuen Thatsachen zu bereichern, als es vielmehr zu sichten, Falsches zu beseitigen und Richtiges zu bestätigen. Er untersuchte die Haarbälge des Pferdes, Schafes, Rindes, Hundes, Schweines, der Katze, Ratte und Maus, zog aber in den Bereich seiner Forschung außerdem Körperstellen, die bisher und selbst von Arnstein übersehen worden waren, wie die Haut am Vorder- und Hinterfuß der Ratte oberhalb der Pfoten. Zugleich versprach er sich von der inzwischen fortgeschrittenen Technik Vortheile. Bonnet kam wie über alle seine Vorgänger, so auch über Arnstein insofern hinaus, als er, den bisher üblichen Begriff des Tastens verwerfend, die Grenze zwischen Tasthaar und gewöhnlichem Haar und somit auch den von Arnstein aufgestellten Unterschied zwischen Tastwahrnehmung und Gemeingefühl verwirft. Die Haare bringen für ihn nur Druckschwankungen zu stande, sie wirken gleich Sonden, die das Thier über Eindrücke aus der Nähe orientiren, und er sucht den Nachweis zu führen, »dass jedes Haar mit seinen Hüllen ein Fühlorgan darstellt«.[2] Ihm bleibt als einziges anatomisches Kriterium für den Unterschied der beiden Haararten der bluthaltige Schwellkörper bestehen, und er unterscheidet demnach die Innervation der schwellkörperlosen Haarbälge von der der schwellkörperhaltigen. Letztere mögen nach ihm je nach ihrem Standort als Spürhaare, Schnauz-, Augenlid- oder Wangenborsten unterschieden werden, im Uebrigen aber will er den bisher festgehaltenen Unterschied beseitigt wissen. Da die letzteren für den menschlichen Organismus nicht in Betracht kommen, so dürften wir, wenn wir Arnstein's und Bonnet's Aussprüche zusammenfassen, zu dem Punkte gelangt sein, in dem, wie oben erwähnt, beide Wissenschaften zusammengetroffen sind. Die Verschiedenheit der Ausdrücke dürfte an sich nichts Wesentliches sein. Ich selbst bevorzuge den Ausdruck Tastorgane und nenne dementsprechend in der vorliegenden Arbeit, wie zum Theil schon in früheren geschehen ist, die von Blix und Goldscheider als Druckpunkte bezeichneten Hautpunkte Tastpunkte.

1) R. Bonnet, Studien über die Innervation der Haarbälge der Säugethiere. Morpholog. Jahrb. IV, S. 329 ff.

2) Ebenda, S. 331.

Wir übergehen die Einzelheiten der weiteren Arbeiten, durch welche diese Thatsachen immer mehr bestätigt und geklärt wurden und welche mehr die Anordnung, Vertheilung und Endigungsweise der Nervenfasern im Einzelnen verfolgten. In späteren Arbeiten werden wir etwas näher darauf eingehen, es sei daher hier auf die werthvollen Untersuchungen von Merkel, Ebner, v. Mises, van Gehuchten, Orrù, Sertoli, Retzius, Szymonovicz und Anderer, wie besonders auf die unlängst von Leontowitsch erschienene umfangreiche Abhandlung nur verwiesen [1]). Durch alle diese mühevollen Studien ist immer mehr festgestellt worden, dass alle Haare mit Nerven versorgt sind, die sich unterhalb der Talgdrüsen inseriren und hier ein nach den einen mehr, nach anderen weniger geschlossenes Gefüge bilden, das als Nervenring (Schöbl-Jobert), korbartiges Geflecht (v. Mises), Netz, Nervenkranz oder anders bezeichnet wird. Schließlich gibt v. Frey [2]) an, dass auch er beim Menschen an Dickenschnitten bei Anwendung der Goldfärbung dieses Gebilde an jedem Haar gesehen hat. Was die Endigungsweise der Nerven im Einzelnen betrifft, so dürfte hier bei der großen Complicirtheit des Organs trotz des Zusammenwirkens der namhaftesten Forscher eine Einigkeit auch noch kaum erzielt worden sein. Auch die Befunde von Leontowitsch werden zum Theil vielleicht noch der Kritik zu unterwerfen sein. Aus der erwähnten Arbeit sei nur noch hervorgehoben, dass dieser Forscher die Mannigfaltigkeit im Bau des Haares, welche frühere Autoren aus der Verschiedenheit der verwendeten Thierarten erklärten, zum Theil auf seine verschiedenen Altersstufen zurückzuführen sucht. Er unterscheidet in der Haarentwicklung fünf Stadien, die Bildung des Nervenrings beginnt nach ihm im dritten.

Hiermit sind die Functionen der Haare nicht erschöpft [3]), uns interessirt aber hier nur die so vielseitig festgestellte Thatsache, dass jedes Haar ein specifisch adaptirtes Tastorgan ist. Ebenso gewiss ist aber, was immer der weitere Gang der Forschung erbringen möge,

1) Cit. Abhandl. in Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. VIII, S. 142 ff. Vgl. ebenso W. Wundt, Grundzüge d. physiol. Psychologie, 5. Aufl. I, S. 396.

2) Cit. Abhandlung, S. 254.

3) Vgl. S. Exner, Die Function der menschlichen Haare. Wiener klin. Wochenschr., 1896, IX, 14, S. 237. — Ueber die elektr. Eigenschaften der Haare und Federn. Pflüger's Archiv LXI, S. 427 ff. Vortr. des Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, XXXVI, 3, 1896.

dass auch die Meißner'schen Körperchen solche Tastorgane sind, und dass beide Organe sich in ihrer Function gegenseitig ersetzen.

Wie aus dem eingangs Erwähnten bereits hervorgeht, wurden die nachstehend beschriebenen Versuche mit v. Frey's Reizhaaren ausgeführt. Auf die Einzelheiten und die Begründung der Methode braucht hier wohl nicht eingegangen zu werden. Es sei daher auf v. Frey's Abhandlung wie auf unsere gemeinsam ausgeführte Arbeit nur verwiesen [1]).

Von den vorliegenden Untersuchungen erschienen bereits zwei kleinere vorläufige Mittheilungen [2]). Die in Betracht kommenden Bestimmungen sind, soweit sie berücksichtigt wurden, nochmals controllirt und berichtigt worden.

I. Die Vertheilung der Tastpunkte auf der Körperoberfläche.

1) Die Versuche wurden an der Beugefläche des linken Handgelenks begonnen. Hier findet sich regelmäßig ein haarloser Bezirk, der aber von individuell verschiedener Größe ist. Mit Herrn stud. med. A. Fontana, dem ich für vielfaches Mitarbeiten Dank schulde, habe ich hierüber einige Messungen angestellt, die uns zu den in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Werthen führten:

Tabelle I.

Name	Alter	Umfang in cm	Flächeninhalt in qcm
P. F.	18	16,5	8,5
Ar. F.	20	16,5	11,5
E. S.	20	17	32
An. F.	22	—	17,5
A. A.	24	17	31
F. K.	42	17	34

1) M. v. Frey u. F. Kiesow, Ueber die Function der Tastkörperchen. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg., 1899, XX, S. 126 f.

2) F. Kiesow, Contributo alla psico-fisiologia del senso tattile. R. Acc. di Medicina di Torino, VI, fasc. 9—12. — F. Kiesow e A. Fontana, Sulla distribuzione dei peli come organi tattili sulla superficie del corpo umano. Rendiconti della R. Acc. dei Lincei. cl. di scienze ecc. X. 2° sem., serie 5ª, fasc. 1. — Arch. ital. de Biologie, XXXVI, fasc. 2.

Sämmtliche Versuchspersonen sind männlichen Geschlechtes. Wie man aus der Tabelle ersieht, sind bei durchweg gleichem Umfang die individuellen Unterschiede ziemlich beträchtlich.

In dieser Region wird die Tastempfindung durch Meißner'sche Körperchen und vielleicht nur durch diese ausgelöst. Beim Aufsuchen der Tastpunkte benutzte ich hier wie überall eine Lupe von 8 cm Brennweite, die ich während des Suchens beständig vor dem rechten Auge trug. Die Fixirung der Punkte geschah hier wie immer vorläufig mit gewöhnlicher Tinte und endgültig, d. h. nachdem ein Zweifel über die wirkliche Lage des Tastpunktes nach wiederholten Versuchen nicht mehr vorhanden war, mit Anilintinte, die mit einer sehr feinen Zeichenfeder vorsichtig aufgetragen wurde. Ich hielt die betreffenden Federn während des Suchens und Controllirens immer in der linken Hand, um sie, während die Hautstelle mit dem Auge festgehalten wurde, sogleich in Bereitschaft zu haben. Machen diese Versuche anfangs auch wohl einige Schwierigkeiten, so gewöhnt man sich doch daran und erreicht nach einiger Zeit, wie im Aufsuchen so auch im Fixiren derselben, die nöthige Sicherheit. Anfänger haben mir oft gesagt, dass ihnen das sichere Erkennen des Tastpunktes Schwierigkeiten bereite. Hier hilft natürlich nichts als fortgesetzte Uebung, wodurch die Mühe aber doch reichlich belohnt wird. Die auf dem Tastpunkte auftretende Empfindung, die Goldscheider[1]) sehr treffend als körnig, v. Frey[2]) ebenso als oscillirend bezeichnet, ist so charakteristisch, dass man bei einiger Uebung in der That nicht mehr fehl gehen kann. Die endgültige Lage des Punktes ist schließlich durch die minimalen Reizwerthe bestimmt, die hier eben noch empfunden werden. Man darf daher die Reize nicht zu stark wählen, um nicht zu große Deformationen zu erzeugen. Man findet in einer umschriebenen Hautfläche zudem nicht alle Punkte an einem Tage, oft ist es mir begegnet, dass ich am vierten oder fünften Tage noch den einen oder den andern Punkt fand[3]).

Für die Abgrenzung der zu untersuchenden Hautstellen wurde überall ein kreisrunder Gummistempel von 4 qcm und, wo die Klein-

1) Ges. Abhandl. I, S. 187.

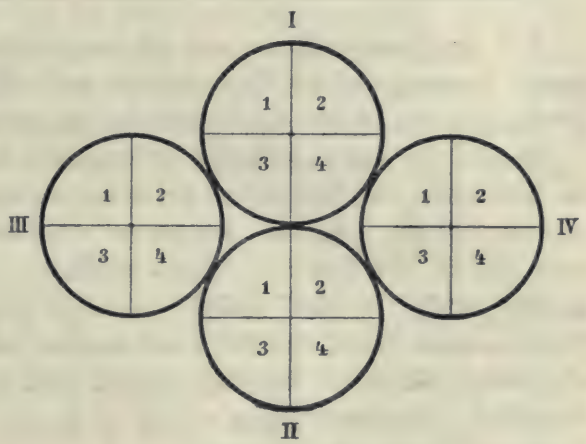
2) Vgl. a. a. O., S. 219.

3) Vgl. A. Goldscheider, Ges. Abhandl., S. 190. Im Uebrigen vergleiche man die Ausführungen bei v. Frey, Abhandl., S. 208 f.

heit der Hautfläche oder andere Umstände es erforderten, ein anderer von 1 qcm benutzt, welch letzterer von quadratischer Form war. Die durch den ersteren der Haut aufgedrückte Kreisfläche wurde, um das Zählen zu erleichtern und eine bessere Vorstellung von der Vertheilung der Punkte in der Flächeneinheit zu gewinnen, mit Ausnahme einiger unten erwähnter Stellen so gleichmäßig, als dies bei der leichten Verschiebung der Haut möglich ist, durch Hülfslinien in 4 Quadranten getheilt.

Auf der in Rede stehenden Hautstelle wurden vier solcher Kreisflächen untersucht, die, wie die nebenstehende Fig. 1 zeigt, mit ihren Rändern in Kreuzesform an einander stießen. Von diesen war die mit I bezeichnete nach der Hand zu, die mit II bezeichnete nach der Ellenbeuge zu gelegen. Demnach entspricht die III dem radialen, die IV dem ulnaren Rande des Handgelenks. Hierbei war der erste Kreis vor der Mitte der Hohlhand gelegen, die distalen Ränder der seitlichen Kreise hatten von der Handgelenksfalte einen Abstand von ca. 1 cm. Die einzelnen Quadranten wurden constant bezeichnet, wie dies in der Fig. 1 angegeben ist. Von Wichtigkeit schien mir, den Umfang der untersuchten Hautflächen gleichzeitig zu messen. Es wäre nicht undenkbar, dass die Gesammtzahl der Tastpunkte in den einzelnen Individuen nicht erheblich variirt, und dass daher die Dichte der Punkte mit dem individuell verschiedenen Umfang, wenigstens zum Theil, zusammenhängen könnte. Irgend etwas Bestimmtes wage ich aber hierüber nicht zu behaupten. Genauere Angaben können erst durch besondere Messungen gewonnen werden. Bei mir selbst beträgt der Umfang des linken Unterarms unmittelbar am Handgelenk 17 cm, in der Höhe des proximalen Randes der zweiten Kreisfläche ca. 16,5 cm.

Fig. 1.



Die aus dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse enthält die folgende Tabelle. In dieser, wie in allen folgenden bezeichnen die römischen Ziffern die einzelnen Kreisflächen, die arabischen über den Colonnen die einzelnen Quadranten.

Tabelle II.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	33	27	28	35	123	30,8
II	33	21	31	23	108	27,0
III	44	25	38	29	136	34,0
IV	32	22	24	12	90	22,5

Auf die Gesammtfläche von 16 qcm würden hiernach **457** Tastpunkte kommen, auf die Flächeneinheit somit **28,53**, wobei die Einzelwerthe zwischen **12** und **44** Punkten im Quadratcentimeter schwanken.

Obwohl ich durch vielfache Uebung eine hinreichende Sicherheit im Aufsuchen der Tastpunkte gewonnen zu haben glaube, habe ich es doch für gut gehalten, wenigstens eine dieser Kreisflächen und zwar die II. der Controlle wegen nochmals zu untersuchen. Dies geschah einige Wochen später, nachdem die Kreislinien wie die Punkte selbst längst spurlos verschwunden waren. Hierbei suchte ich, soweit dies durch Messung möglich war, die Stelle der früheren Kreisfläche thunlichst genau wieder zu finden. Das Resultat dieser Untersuchung war das folgende:

Tabelle III.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
II	35	21	29	20	105	26,25

Bedenkt man, dass an ein mathematisch genaues Zusammenfallen dieser Kreisfläche mit der früheren nicht gedacht werden kann, so dürfte eine größere Uebereinstimmung der in beiden Fällen erhaltenen Werthe kaum zu erwarten und die Zuverlässigkeit der von Frey'schen Methode hinreichend erwiesen sein.

Auf der gleichen Hautfläche hat schon v. Frey selbst einen Raum von ca. 16 qcm untersucht[1]). Die in den vorstehenden Tabellen stimmen insofern sehr gut mit den seinigen überein, als auch er hier Werthe fand, die zwischen 12 und 41 im Quadratcentimeter schwanken. Im Uebrigen darf es wohl nicht Wunder nehmen, wenn hier im Einzelnen individuelle Unterschiede vorliegen, was zum Theil wenigstens vielleicht mit den oben erwähnten Unterschieden im Umfang der Körpertheile zusammenhängt. Im allgemeinen ist die Dichte der Punkte größer nach der Handgelenksfalte zu und an dieser selbst, sie nimmt ab nach der Haargrenze zu.

2) Mitte der Beugefläche des linken Unterarms, ca. 13 cm vom Handgelenk entfernt. Umfang: 22 cm. Hier wurden 3 Kreisflächen untersucht, die mit den Seitenrändern an einander stießen und in gerader Richtung quer über dem Arm lagen. Die mittlere Kreisfläche, in der nachstehenden Tabelle mit I bezeichnet, lag in der Verlängerung der von Zeige- und Ringfinger gebildeten Spalte. In der Tabelle bezeichnet weiter II die radialwärts und III die ulnarwärts gelegene Fläche.

Tabelle IV.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	18	17	21	12	68	17
II	20	16	17	14	67	16,75
III	22	13	13	10	58	14,5

Die Zahlen schwanken zwischen 10 und 22 im Quadratcentimeter. Auf dem Gesammtraum von 12 qcm finden sich hier somit 193 Punkte, das arithm. Mittel pro qcm beträgt 16,08.

In der oben citirten vorläufigen Mittheilung war auf dieser Hautstelle nur eine einzige Kreisfläche untersucht worden, die, wenn auch hier ebenso wie bei dem vorstehenden Controllversuch ein mathematisches Zusammenfallen ausgeschlossen ist, annähernd da gelegen war, wo sich die in der Tabelle als I bezeichnete Kreisfläche befand. Durch ein Versehen wurde für diese Fläche nur die Gesammtzahl

1) Cit. Abhdl., S. 232 f.

der Punkte bestimmt und die Dichte innerhalb der einzelnen Quadranten nicht berücksichtigt. Diese Gesammtzahl betrug **64**, das arithmetische Mittel pro qcm somit **16**. Ich habe auch diese Werthe hier nochmals aufgeführt, da ein Vergleich derselben mit den in der Tabelle angegebenen einen weiteren Beweis für die Sicherheit der v. Frey'schen Methode abgeben dürfte.

Diese Stelle gehört bereits zu den behaarten Hautpartien. Um zu erfahren, ob neben den Haarpunkten noch Tastpunkte vorhanden seien, denen kein Haar entspricht, reine Tastpunkte, wie ich sie nennen möchte, habe ich mit einem Freunde zusammen an drei aufeinander folgenden Tagen diese Stelle bei natürlichem und künstlichem Licht mit scharfen Lupen genau untersucht. Wir konnten schließlich feststellen, dass von den **64** der letzterwähnten Punkte an 7 kein Haar nachweisbar war. Ich habe mich aber bald überzeugt, dass derartige Bestimmungen mit Fehlerquellen behaftet sein können, zumal, wenn sie an Personen vorgenommen werden, bei denen, wie bei mir selbst, die kleinen Körperhaare durchweg von mehr blonder Farbe sind. Es ist dann immer die Möglichkeit gegeben, dass ein Haar wegen seiner Kleinheit und der mit dem Grunde fast identischen Farbe übersehen wird, oder dass ein solches ausgefallen und das Ersatzhaar noch nicht hinreichend sichtbar ist u. s. w. Es bleiben daher über die absolute Richtigkeit solcher Ergebnisse leicht Zweifel bestehen, wie Blix dies schon hervorgehoben hat. Die Thatsache an sich aber dürfte bestehen, zumal sie von der anatomischen Forschung bestätigt wird, so beschränkt auch diese Angaben im Einzelnen noch sein mögen. So haben Merkel für die Unterschenkelhaut und Krause für die Beugeseite der Vorderarme bereits darauf hingewiesen. Letzterer[1]) fand hier auf einer Gesammtfläche von **330** qmm im Mittel ein Meißner'sches Körperchen auf **35** qmm. Es bleibt sich hierbei zunächst gleich und kommt für unseren Zweck vorerst nicht in Betracht, ob es sich hier wirklich um Körperchen im Sinne Meißner's, oder um verkleinerte Formen, ob um Uebergangsformen mit Annäherung an die Krause'schen Körperchen oder ob es sich schließlich um noch andere Gebilde handelt. Alle diese Fragen bedürfen noch weiterer Forschungen, und wo sie zum Theil beantwortet

1) Cit. nach A. Koelliker, Hdb. d. Gewebelehre d. Menschen, 6. Aufl. I. S. 183 f.

worden sind, noch weiterer Bestätigung, — für uns genügt vielmehr zunächst die Thatsache, dass an behaarten Körperflächen außer den Haarpunkten noch reine Tastpunkte gefunden werden, Punkte also, denen Gebilde entsprechen müssen, durch deren Function die Tastempfindung zu stande kommt. Mit der Angabe Krause's, dessen Originalarbeit mir gegenwärtig nicht zur Verfügung steht, dürften unsere Werthe angesichts der hervorgehobenen Unsicherheit recht gut vergleichbar sein. Ebenso mag schon hier erwähnt sein, dass, soweit ich am Arm zu einigen Angaben gelangen konnte und die immerhin durch genauere Prüfungen gefunden wurden als die sind, welche Blix anstellte, die oben erwähnte Bemerkung des letzteren durch diese Angaben eine merkwürdige Bestätigung findet. Soweit es mir möglich war, habe ich überall auf diese Thatsache geachtet. Die einzelnen Angaben werden an den betreffenden Stellen gemacht werden. Im Ganzen aber dürfte die Anzahl der reinen Tastpunkte an behaarten Körperstellen (außer Hand und Fuß, die noch gesondert untersucht werden müssen), nirgends überwiegen. Diese Zahl scheint meistens gering, an manchen Stellen sogar verschwindend klein zu sein. An noch anderen Hautflächen scheinen reine Tastpunkte ganz zu fehlen.

3) Oberer Theil der Beugeseite des linken Vorderarms, Abstand von der Ellenbeuge 2,5 cm. Umfang: 25,3 cm. Auch hier wurden 3 Kreisflächen untersucht, die wie beim vorigen Versuch vertical zur Longitudinalaxe über der Mittellinie der Hautfläche lagen und mit ihren Rändern dicht an einander stießen. Die Einzelwerthe enthält die folgende Tabelle. Die Bezeichnung der Kreise ist dieselbe wie in der vorigen Zusammenstellung.

Tabelle V.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	2	6	4	7	19	4,75
II	13	11	11	11	46	11,5
III	12	8	14	12	46	11,5

Der Gesammtwerth der auf der Fläche von 12 qcm gefundenen Punkte beträgt somit 111, mit einem arithm. Mittel von 9,25. Dieser Mittelwerth liegt zwischen den Grenzen von 2 und 14 Punkten im Quadratcentimeter.

4) Ellenbeuge. Umfang: 24,5 cm. Auch hier wurden 3 Kreisflächen untersucht, deren Lage und Bezeichnung die gleichen sind wie bei den vorstehenden Versuchen.

Tabelle VI.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	9	12	11	14	46	11,5
II	12	19	12	13	56	14
III	16	12	9	7	44	11

Die Gesammtzahl für 12 qcm beträgt 146, das arithmetische Mittel 12,17, die einzelnen Zahlen schwanken zwischen 7 und 19.

5) Mitte der Volarfläche des Oberarms. Diese Stelle wurde ebenfalls zweimal geprüft und zwar in Abständen von mehreren Monaten. Ein erstes Mal wurden hier 3 Kreisflächen untersucht, von denen 2 in der Longitudinalaxe des Gliedes gelegen waren, während die dritte, die Ränder der beiden andern berührend, sich radialwärts davon befand. Die Lage der Kreisflächen gleicht somit der in Fig. 1 dargestellten, nur dass im vorliegenden Falle die dort auf der Ulnarseite gelegene Fläche fehlt. Der distale Rand der unteren Kreisfläche war von der Ellenbeuge ca. 6 cm entfernt. Der Umfang des Oberarms beträgt an der untersuchten Stelle bei mir 26 cm. In der nachfolgenden Tabelle bezeichnet I die distalwärts gelegene, II die proximale und III die nach dem radialen Rande zu gelegene Kreisfläche.

Tabelle VII.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	9	8	7	7	31	7,75
II	11	9	7	10	37	9,25
III	11	10	14	9	44	11

Bei einer Gesammtzahl von 112 Punkten und dem entsprechenden Mittelwerth von 9,33 schwanken die Einzelwerthe zwischen den Zahlen 7 und 14.

Das zweite Mal wurden hier 4 Kreisflächen untersucht, die genau die in Fig. 1 dargestellte Lage hatten. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass an ein genaues Zusammenfallen der einzelnen Kreisflächen auch hier nicht zu denken ist, obwohl ich möglichst die früheren Lagen wieder zu gewinnen suchte. In der nachstehenden Tabelle entspricht die Bezeichnung der Kreisflächen der in der vorigen, IV bezeichnet hier die ulnarwärts gelegene wie in Fig. 1.

Tabelle VIII.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	11	8	10	8	37	9,25
II	10	9	9	11	39	9,75
III	10	10	15	12	47	11,75
IV	14	7	11	8	40	10

Die Dichte der Punkte beträgt hiernach für 16 qcm **163**, der Mittelwerth für die Flächeneinheit **10,19**, wobei die einzelnen Zahlen zwischen **8** und **15** im Quadratcentimeter schwanken.

Ein Vergleich auch dieser Werthe mit den vorstehenden dürfte an der großen Zuverlässigkeit der Methode keinen Zweifel lassen. Der aus allen Zahlen für die Flächeneinheit gefundene Mittelwerth beträgt im letzten Falle **10,19**, im ersten **9,33**; die Einzelwerthe schwanken hier zwischen **8** und **15** im Quadratcentimeter, dort zwischen **7** und **14**.

Nachdem hier die Punkte gesucht waren, habe ich die ganzen Flächen nochmals auf den Unterschied zwischen Haar- und reinen Tastpunkten untersucht. Es ergab sich, dass von den 163 Tastpunkten nur ein einziger Punkt als reiner Tastpunkt gedeutet werden konnte, während drei andere in dieser Hinsicht als fraglich bezeichnet werden mussten. Alle übrigen waren Haarpunkte. Obwohl ich auch für den einen Punkt keine absolute, sondern nur eine annähernde Gewissheit in Anspruch zu nehmen wage, resultirt aus dieser Prüfung wenigstens soviel als gewiss, dass die Zahl der reinen Tastpunkte und somit der entsprechenden Organe hier nur eine verschwindend kleine sein kann.

6) Dorsalseite des linken Unterarms. Processus styloideus ulnae. Umfang: 16 cm. Hier wurde nur eine Kreisfläche untersucht. Die gefundenen Werthe zeigt die folgende Zusammenstellung.

Tabelle IX.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
19	24	14	25	82	20,5

Der Mittelwerth schwankt zwischen **14** und **25** im Quadratcentimeter.

Von diesen **82** Punkten konnten **55** mit Sicherheit als Haarpunkte erkannt werden.

7) Mitte der Dorsalseite des linken Unterarms, unmittelbar am Handgelenk. Auch hier wurde nur eine Kreisfläche mit nachstehendem Erfolge untersucht.

Tabelle X.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
30	24	28	30	112	28

Der Mittelwerth liegt hier somit zwischen **24** und **30** Punkten im Quadratcentimeter.

Auch an dieser Stelle habe ich auf den Unterschied von Haarpunkten und reinen Tastpunkten geachtet. Bei der weiter unten zu besprechenden Bestimmung der Empfindlichkeit fanden sich unter **50** Tastpunkten bestimmt **33** Haarpunkte, somit **17** reine Tastpunkte. Diese Bestimmungen waren aber wegen der Feinheit, Kleinheit und hellen Farbe der Haare sehr schwer. Es muss weiter hervorgehoben werden, dass das Aufsuchen der Tastpunkte auf der Dorsalseite überhaupt schwieriger war als auf der Beugeseite, an der letzteren ist die Empfindung klarer und entschiedener. Ich habe hier die Zeichnungen häufig wieder zerstört und die Punkte neu gesucht, bis ich mich entscheiden konnte, die einzelnen Werthe als endgültige in die Tabellen einzutragen.

8) Radiale Fläche des linken Unterarms, unmittelbar am Handgelenk. Bei auf der Kleinfingerkante in senkrechter Stellung ruhender Hand 6 cm von der Spitze der Daumenspalte entfernt. Hier wurde gleichfalls nur eine Kreisfläche untersucht, die in der angegebenen Weise in der Verlängerung der von Daumen und Zeigefinger gebildeten Spalte lag. Das Ergebniss zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle XI.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
32	18	33	20	103	25,75

Die Zahlen schwanken hier zwischen 18 und 33 im Quadratcentimeter.

Von diesen 103 Tastpunkten konnte ich 57 bestimmt als Haarpunkte erkennen. Es gilt aber auch für diese Bestimmungen das früher Gesagte.

9) Vorderfläche des linken Oberschenkels, ca. 1 cm vom oberen Rande der Kniescheibe entfernt. Umfang: 35 cm.

Hier wurden zwei Kreisflächen untersucht, die vertical zur Längsaxe des Gliedes standen und mit ihren Innenrändern aneinander stießen. Das Ergebniss zeigt die nachstehende Tabelle, in der die äußere Fläche mit I, die nach innen gelegene mit II bezeichnet ist.

Tabelle XII.

	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
I	20	14	10	10	54	13,5
II	22	16	13	10	61	15,25

Bei einer Gesammtzahl von 115 Punkten für 8 qcm und einem dementsprechenden Mittelwerth von 14,38 pro Quadratcentimeter schwanken hier die Einzelwerthe zwischen 10 und 22 im Quadratcentimeter. Hier scheinen alle Tastpunkte Haarpunkte zu sein, wenigstens ist es mir nicht gelungen, innerhalb dieser beiden Flächen

auch nur einen einzigen reinen Tastpunkt mit Sicherheit nachzuweisen, bei zweien war ich zweifelhaft[1]).

10) Mitte des linken Fußrückens, Umfang: 23,5 cm. Ich stelle eine hier vorgenommene Prüfung an das Ende dieser Versuchsreihe, weil ich sie nicht an mir selber, sondern an Herrn Fontana vorgenommen habe und für die Richtigkeit der Einzelwerthe nicht in dem Maße die Verantwortlichkeit übernehmen möchte, wie für die vorstehenden. Auch hier am Fuße findet sich ein haarloser Bezirk, der bei uns beiden fast die ganze äußere Hälfte des Fußrückens einnimmt. Auch die Knöchel sind haarlos[2]). Die Haare erstrecken sich an der tibialen Seite über den Fußrücken entlang in Form einer schmalen Zunge von ca. 4 cm Breite.

Wenn es schon einige Mühe kostet, an sich selber innerhalb der haarlosen Bezirke die Tastpunkte auf die Hautfläche zu projiciren, so wird der Versuch erheblich erschwert, sobald man ihn an einer anderen Person vornimmt. Es war meine Absicht, für ein größeres Gebiet des Fußrückens genaue Werthe zu ermitteln, aber ich habe mich schließlich angesichts der Unsicherheit in den Aussagen der Versuchsperson und auf deren eigenen Wunsch auf die Prüfung einer einzigen Kreisfläche beschränkt, die der Mitte des Fußrückens aufgedrückt war. Aus dieser Prüfung resultirten die folgenden Werthe:

Tabelle XIII.

1	2	3	4	Gesammtzahl	Arithm. Mittel pro qcm
25	26	22	22	95	23,75

Wir betrachten aber diese Werthe nur als Annäherungswerthe, die eine ungefähre Vorstellung der Vertheilung der Tastpunkte auf dieser Hautfläche geben möchten.

Stellen wir die aus den vorstehend beschriebenen Versuchen resultirenden Gesammtergebnisse nebst den zugehörigen Mittelwerthen und den einzelnen Schwankungen im Quadratcentimeter nochmals zusammen, so ergibt sich die folgende Uebersicht:

1) Ueber scheinbare individuelle Unterschiede an dieser Hautstelle, wie auch auf der Kniescheibe konnte ich noch nicht ins Klare kommen.

2) Vgl. auch Aubert u. Kammler, a. a. O., S. 165.

Tabelle XIV.

Hautstelle	Gesammtwerth	Arithm. Mittel pro qcm	Schwankung in qcm
Handgelenk: Beugefläche . . .	457 in 16 qcm	28,53	12—44
» Dorsalfläche, Mitte	112 in 4 »	28	24—30
» Proc. styl. ulnae . .	82 in 4 »	20,5	14—25
» Radiale Fläche . . .	103 in 4 »	25,75	18—33
Unterarm: Mitte d. Beugefläche	193 in 12 »	16,08	10—22
» ob. Theil d. »	111 in 12 »	9,25	2—14
Ellenbeuge	146 in 12 »	12,17	7—19
Oberarm: Mitte d. Volarfläche	112 in 12 »	9,33	7—14
	163 in 16 »	10,19	8—15
Fußrücken: Mitte	95 in 4 »	23,75	22—26
Oberschenkel: Vorderfläche oberhalb des Kniegelenks . . .	115 in 8 »	14,38	10—22

Soweit hier der Arm in Betracht kommt, erkennt man aus der Tabelle deutlich eine allmähliche Abnahme der Punkte nach der Ellenbeuge zu. Sie sind hier in etwas größerer Anzahl vorhanden, um höher auf den Arm hinauf sich nochmals zu vermindern.

Soweit den im Vorstehenden angegebenen Verhältnissen der Haarpunkte zu den reinen Tastpunkten im allgemeinen Zuverlässigkeit zukommt, und dies dürfte wohl der Fall sein, stimmen die Ergebnisse, wie schon angedeutet, mit denen von Blix, nicht aber mit denen von Goldscheider überein. Dass die letzteren in dieser Hinsicht nicht richtig sein können, hat auch schon v. Frey hervorgehoben[1]). Goldscheider findet auf der Mitte der Beugefläche des Vorderarmes, auf dem unteren Drittel der gleichen Seite des Oberarmes, auf dem Oberschenkel über dem Knie u. s. w.[2]) die betreffenden Hautstellen zwischen den Haaren mit Punkten dicht besäet. Die Ursache dieser abweichenden Befunde ist zweifellos in dem Umstande zu suchen, dass Goldscheider zu starke Reize anwandte, so dass in Folge zu großer Deformationen die eigentlichen Tastorgane

1) Abhdl., S. 223.

2) Vgl. die mitgetheilten Zeichnungen Goldscheider's, Ges. Abhandl. Tafel 3 nebst den dazu gehörigen Beschreibungen, wie die ganze Darstellung auf S. 185 f.

indirect mitgereizt wurden. Aus eben dem Grunde ist auch die ganze von ihm beschriebene Anordnung nicht der thatsächlich vorhandenen entsprechend, die aus den Tabellen erkennbaren Schwankungen dürften auch hierin Blix gegenüber Goldscheider Recht geben. Im Uebrigen mag hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass durch diese, wie durch weitere kritische Bemerkungen die Goldscheider'schen Arbeiten nicht im geringsten unterschätzt werden sollen, ich fühle mich vielmehr verpflichtet, hier zu betonen, wie viel Anregung und Belehrung ich aus seinen Schriften gewonnen habe.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass auf den behaarten Hautstellen die Haare, wenn nicht durchweg und ohne Unterschied die einzigen, so doch die hauptsächlichsten Tastorgane sind, verlangte mich, über deren Vertheilung eine bessere Vorstellung zu gewinnen, als dies aus den bis dahin veröffentlichten Untersuchungen möglich ist. Ich fand hierüber in der Litteratur nur spärliche Angaben. Außer einigen älteren von Withoff, dessen Originalarbeit ich nicht erlangen konnte und dessen Befunde, wie sie mir vorliegen, in Bezug auf die Angabe der Stelle, wo sie gesucht wurden, nicht sehr bestimmt sind[1]), dürfte neben den wenigen Mittheilungen v. Frey's[2]) und einer Bestimmung Exner's für die Kopfhaut[3]) hierüber kaum etwas Genaueres bekannt sein.

Nun hat freilich schon v. Frey darauf hingewiesen[4]), dass die Haare als Tastorgane weniger über die Stärke, Dauer und Umfang der mechanischen Eindrücke zu unterrichten vermöchten, als über deren Vorhandensein überhaupt, dass sie weniger die Wahrnehmung andauernder Belastungen als vielmehr die flüchtiger Eindrücke vermittelten, Ueberlegungen, die den Verfasser dazu führten, die Leistungen der eigentlichen Tastflächen und die der behaarten Haut in dieser

---

1) Ich fand die Befunde Withoff's mitgetheilt bei H. Beaunis et A. Bouchard, Nouveaux éléments d'Anatomie descriptive et d'Embryologie, 12. éd., p. 973. 1873. Es heißt hier: »Quant à leur nombre, on trouve les chiffres suivants pour un quart de pouce carré: vertex, 293; occiput, 225; partie antérieure du crâne, 211; menton, 39; pubis, 34; avant-bras, 23; dos de la main, 19; face antérieure de la cuisse, 13 (Withoff). Tantôt ils sont isolés, d'autres fois réunis par groupes de 2 à 5.«

2) A. a. O., S. 222.

3) Vgl. a. a. O., in Wiener med. Wochenschr., S. 240.

4) A. a. O., S. 237 f.

Hinsicht mit denen der centralen und peripheren Netzhautstellen zu vergleichen — aber anderseits ist ebenso erwiesen, dass die behaarte Haut die Auffassung räumlicher Verhältnisse und Formen zu vermitteln vermag. Bei dem Widerspruch, der sich zum Theil in diesen Angaben findet, hoffte ich durch ein besseres Verständniss der Haarvertheilung auch für diese Frage Nutzen zu erzielen. Die Versuche wurden mit Herrn stud. med. Fontana zusammen angestellt. Bevor ich aber diese näher beschreibe, will ich einige weitere Erfahrungen von allgemeiner Bedeutung mittheilen, die ich bei diesen Untersuchungen gewann.

Nach v. Frey[1]) liegt der Tastpunkt nahe der Austrittsstelle des Haares, »in der Projection des schiefstehenden Balges auf die Oberfläche«. Dies ist auch nach meinen Beobachtungen durchaus die Regel, aber ich fand ebenso, dass diese Regel nicht mit absoluter Strenge gilt. Bei genauerer Prüfung mittelst einer starken Loupe und bei schräg auffallendem Sonnenlicht oder bei Anwendung eines Auerbrenners mit Schusterkugel konnte ich am Arm nicht gerade sehr selten beobachten, dass der eigentliche, dem Minimum des Reizes entsprechende Tastpunkt sich zuweilen auch rechts oder links von der Austrittsstelle des Haares befinden kann. Vielleicht kräuselt sich das Haar oder verändert seinen Weg in diesen Fällen schon innerhalb der Haut.

In Ausnahmefällen fand ich besonders am Oberarm zuweilen ein Haar, dem kein Tastpunkt entsprach. Ein solches Haar findet sich aber, um es nochmals zu betonen, nur selten. Schlägt man ein gewöhnliches Haar an, so hat man die charakteristische oscillirende Empfindung. Hierbei schwingen einige Haare besser und länger als andere. Je nach der Dauer des Schwingens dauert auch die entsprechende Empfindung kürzere oder längere Zeit an. Schlägt man aber eines der vorerwähnten Haare an, denen kein Tastpunkt entspricht, so bleibt die oscillirende Empfindung aus. Vielleicht ist dies eine der Ursachen, die Blix zu der hervorgehobenen Einschränkung führten.

Auf sehr vielen Hautpartien sieht man zwei Haare gleichzeitig aus der Haut hervorragen, an manchen anderen stehen sie in Gruppen

1) Abhdl., S. 222.

zu zwei, drei oder mehr[1]). Wir sprechen im ersten Falle von Doppelhaaren, im zweiten von Haargruppen. Nach meinen bisherigen Beobachtungen entspricht dem Doppelhaar nur ein einziger Tastpunkt, wenigstens dürfte dies die Regel sein. Den Gruppen aber scheinen immer mehrere Tastpunkte zu entsprechen. Hierauf ist vielleicht die Goldscheider'sche Angabe der Anhäufung von Druckpunkten an den Haaren zurückzuführen. Das Erscheinen der Doppelhaare hängt in vielen Fällen gewiss mit dem Wachsen und Nachwachsen der Haare zusammen. Ob das aber in allen Fällen so ist, sei ebenfalls dahingestellt, es erscheint mir an manchen Stellen, wie am Rücken, fast zweifelhaft. Ich werde auch hierauf in späteren Arbeiten zurückkommen.

In vielen Fällen findet man in unmittelbarer Nähe der Haare Kältepunkte[2]), so dass die Täuschung entstehen kann, dass beide zusammenfallen. Das ist aber bei genauer Beobachtung nicht der Fall. Stuft man den mechanischen Reiz hinreichend ab und verkleinert ebenso in angemessener Weise die thermische Reizfläche, so überzeugt man sich, dass beide Punktarten ihre durchaus gesonderte Stellung haben. Hierbei zeigt sich weiter, dass auch die Kältepunkte nicht nur als einzeln stehende vorkommen, sondern dass auch sie sich oft zu Gruppen vereinigen. Da ich in einer anderen Mittheilung hierauf zurückkomme, so wird es erlaubt sein, hier die Litteratur dieser Fragen zu übergehen, es liegt mir in diesem Zusammenhange nur daran, die Verhältnisse in ihrer Beziehung zu den Haaren und im allgemeinen anzudeuten, wie ich sie angesichts der noch bestehenden Controversen selbst für richtig halte. Erwähnt sei nur noch, dass, wenn man sich die einzelnen Gruppen der Kältepunkte vereinigt denkt, man zu Bildern gelangt, wie sie Blix[3]) veröffentlicht hat, dass somit die Angaben des letzteren gegenüber denen, die Goldscheider mittheilt, im allgemeinen die richtigeren sein dürften. Bei den Wärmepunkten habe ich solche Gruppenbildungen bisher nicht sehen können. Die Projection der Wärmeorgane auf die Hautfläche ist eine ungleich schwierigere und unsicherere als die der Kaltpunkte. Es gibt Punkte, bei denen man absolut sicher ist, dass man es mit einem Warmpunkt

1) Vgl. die S. 282 citirte Stelle aus Beaunis und Bouchard. An Thieren hat auch schon Leydig in der o. cit. Arbeit Haargruppen beschrieben.

2) Vgl. hierzu die Beschreibungen Goldscheider's, Ges. Abhandl., S. 113 f.

3) A. a. O., Taf. II.

zu thun hat, aber daneben trifft man andere, bei denen man hierüber in Zweifel gerathen kann, ja von gewissen Reizstufen an kann man von fast jedem Hautpunkt aus Warmempfindungen hervorrufen. In jedem Falle ist die Anzahl der Warmpunkte ungleich geringer als die der Kaltpunkte. Ich selbst sehe in dieser Thatsache ein Princip der Zweckmäßigkeit, sofern dem Organismus durch Kälte größere Gefahr droht als durch Wärme, denn wenn die letztere in Schmerz übergeht, werden wir von dem gefahrdrohenden Reize durch die in sehr großer Zahl in der Haut vertheilten und oberflächlich liegenden Schmerzorgane benachrichtigt.

Mit der Annäherung der Kältepunkte an die Haare hängt vielleicht das durch Contraction des M. erector pili bei Einwirkung von Kälte auftretende Phänomen der Gänsehaut zusammen. Es wäre nicht undenkbar, dass hier Reflexbögen bestehen. Dies ist jedoch nur eine Vermuthung, ich vermag Bestimmteres darüber nicht auszusagen [1]).

In den Zeichnungen der angehängten Tafel habe ich von dieser Vertheilung einige Proben in natürlicher Größe beigegeben. Hier wurden die Warmpunkte in den Abbildungen der 1. u. 4. Reihe nicht eingezeichnet. Wo sie sich in den Wiedergaben der 2. Reihe nicht finden, ist damit gesagt, dass sie hier nicht gefunden wurden [2]). Die Kaltpunkte wurden mittelst kleiner Stückchen (ca. 1 cm langer) feinsten Kupferdrahtes, die an das eine Ende eines ca. 8 cm langen Holzstäbchens befestigt und auf schmelzendes Eis gelegt waren, gesucht, die Warmpunkte mit den schon sonst von mir beschriebenen Apparaten. Im Uebrigen s. die Beschreibung der Abbildungen am Ende der Arbeit. Die Tafel bedarf einer weiteren Interpretation nicht.

Auch beim Aufsuchen der Haarpunkte bedienten Herr Fontana und ich uns der Loupe. Die Bestimmung der Haarpunkte wird sehr erleichtert, wenn man die zu untersuchende Hautstelle mittelst eines Wattebäuschchens mit pulverisirtem Ultramarinblau einreibt. Das Pulver haftet dann um die Austrittsstelle des Haares und lässt diese, wie das Haar selbst dunkelblau erscheinen, während der Grund leicht

1) F. Kiesow, Einiges über die Temperaturpunkte der Haut. Arch. it. de Biol. XXXVI, pag. 95, 1901.

2) Vgl. im Uebrigen meine Entgegnung gegen S. Alrutz, Zeitschr. f. Psych. u. Physiol., XX, S. 231 f.

blau gefärbt bleibt. Wir rasirten die Haare nicht ab, sondern schnitten sie uns mit der Scheere kurz, um sie besser beobachten zu können. In dieser Weise wurden die Versuche, wo man sie nicht allein ausführen konnte, gegenseitig von einem am andern vorgenommen. Nachdem die Hautstellen so behandelt waren, wurden die einzelnen Punkte durch die Loupe betrachtet und mittelst einer feinen Zeichenfeder gleichfalls mit rother Anilinfarbe bezeichnet. Hinzugefügt sei noch, dass die Methode des Färbens der Haarpunkte an gewissen Hautstellen in Folge der Dichte und besonders der Feinheit der Haare nicht ausreichte. In diesen Fällen blieb uns nichts übrig, als unter Anwendung möglichst guten natürlichen und künstlichen Lichtes die Punkte einfach zu suchen und zu bezeichnen, so weit dies unter den gegebenen Verhältnissen möglich war. Hier ist es natürlich auch nicht ausgeschlossen, dass ein oder das andere Haar einmal übersehen wurde. In Anbetracht der gezogenen Mittelwerthe und der Sorgfalt, mit der wir arbeiteten, dürften große Fehler jedoch nicht begangen sein und die gefundenen Werthe auch für diese Stellen im allgemeinen der Wahrheit möglichst nahe kommen.

1. Hand. Hier prüften wir zuerst die Dorsalflächen der ersten linken Fingerphalangen. Obwohl man hier Haare einzeln stehend findet, sind sie doch vielfach in Gruppen von 2 und 3 geordnet. Ich füge zunächst das Protocoll bei, das ich an mir selbst aufgenommen habe.

Linker Daumen: Keine Haare.

Linker Zeigefinger: Im Ganzen **29** Haare innerhalb 1 qcm gelegen. Die Fläche liegt in der Mitte mit Annäherung nach dem Daumen hin. Zum Theil in Gruppen von 2 zu 3 stehend, zum Theil allein stehend.

Linker Mittelfinger: Im Ganzen **64** Haare in einem nach dem Daumen zu gelegenen Oval von 2 cm Länge und 1,3 cm Breite, meistens in Gruppen stehend.

Linker Ringfinger: **65** Haare in Gruppen von 2 zu 3, innerhalb eines Ovals von 1,8 cm Länge und 1 cm Breite.

Linker Kleinfinger: **42** Haare in einem nach dem ulnaren Rande zu gelegenen Oval von ca. 1 qcm.

An der ersten Daumenphalange fehlen die Haare wie bei mir, so auch bei manchen anderen, obwohl nicht bei allen Personen. Fontana zählte hier an sich selbst in einer Fläche, die geringer ist,

als 1 qcm, 17 Haare. Was den Umfang unserer Finger betrifft, so sei bemerkt, dass der des Mittelfingers der linken Hand bei einer gleichen Länge von 10,5 cm an der 1. Phalange bei Fontana 6,2 cm, bei mir 6,6 cm beträgt.

Bei Fontana ist die Anzahl der Haare auf den ersten Phalangen größer als bei mir. Auf den Quadratcentimeter reducirt, erhielten wir an uns beiden die folgenden Werthe:

	Kiesow	Fontana
Zeigefinger	29	50
Mittelfinger	32	54
Ringfinger	36	52
Kleiner Finger	42	61

Wie man aus der Zusammenstellung ersieht, ist hier eine nicht unverkennbare Zunahme der einzelnen Haare vom Zeigefinger nach dem kleinen Finger hin vorhanden. Im Uebrigen bemerkt man ebenso nicht unbeträchtliche individuelle Abweichungen. Diese werden noch auffälliger, wenn man die Angabe v. Frey's hinzunimmt, der auf der Dorsalseite der 1. Phalange seines linken Mittelfingers (leider die einzige Angabe über die Finger) 79 Haare im Quadratcentimeter zählte[1]).

Wir haben hierauf die einzelnen Gruppen gezählt, um zu sehen, ob durch diese die Unterschiede mehr ausgeglichen würden. Das Ergebniss war das folgende:

	Kiesow	Fontana
Zeigefinger	19	23
Mittelfinger	20	21
Ringfinger	17	24
Kleiner Finger	18	27

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersieht, nähern sich auf solche Weise die Werthe thatsächlich einander.

Auf den zweiten Phalangen sind bei manchen Personen wie auch bei mir selbst ebenfalls keine Haare vorhanden, bei anderen sind sie sehr spärlich (Fontana), bei noch anderen in etwas größerer Häufigkeit vorhanden. Ich habe bisher nicht entscheiden können, was hier die Regel ist, doch neige ich zu der Ansicht, dass sie bei den meisten Personen vorhanden sind. An einigen kleinen Affen,

1) Abhdl., S. 222 f.

an denen im Laboratorium Versuche angestellt wurden, konnte ich an den zweiten Phalangen ebenfalls überall das Vorhandensein von Haaren constatiren. Auf den Nagelphalangen aber habe ich weder hier noch an irgend einem Menschen Haare sehen können[1]).

Linker Handrücken. Hier stehen die Haare bei Fontana in Gruppen, während sie bei mir einzeln stehen. Ich habe hier 3 Reihen von je 3 Flächen von je 1 qcm untersucht, von denen die eine in der Mitte, die zweite auf der Seite des kleinen Fingers und die dritte auf der des Daumens sich befand. Die Einzelwerthe, welche ich an mir zählte, enthält die folgende Tabelle.

Tabelle XV.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Daumenseite	Mitte	Seite d. kl. Fingers
circa 13,5 mm	5	12	24
» 15,5 »	13	10	22
» 17,5 »	13	9	9

Von Frey fand auf dem Handrücken in einer zwischen 3. und 4. Metacarpus gelegenen Fläche von 1 qcm 22 Haare[2]).

Da sich an dieser Stelle gleichfalls individuelle Unterschiede zwischen uns befanden, so habe ich hier von Fontana die Gruppen zählen lassen. Auf diese Weise ergaben sich pro Quadratcentimeter folgende Werthe:

Tabelle XVI.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Daumenseite	Mitte	Seite des kl. Fingers
circa 13,5 mm	8,5	3,2	7,2
» 17,5 »	12,2	7	11,2

Man ersieht aus diesen beiden Zusammenstellungen wohl zum Theil eine Annäherung der unten stehenden Werthe an die oberen, aber doch nicht durchweg. Da sich so deutlich ausgesprochene indi-

1) Ebenso Aubert und Kammler, a. a. O., S. 164.
2) Abhdl., S. 222.

viduelle Unterschiede bei uns außer in der Kniegegend und auf dem 7. Halswirbel im Ganzen nicht wiederholten, so darf diese Thatsache zusammen mit der anderen, dass auf den zweiten Phalangen und dem Daumen bei einigen Personen Haare gefunden werden und bei anderen nicht, wohl dahin gedeutet werden, dass die Haare an der Hand beim Menschen überhaupt im Rückgang begriffen sind. Bemerkt sei ferner noch, dass sie bei den einzelnen Personen wie von ungleicher Farbe so auch von ungleicher Länge sind.

Bei den weiteren Versuchen, die sich über die Hauptflächen der Körperhaut erstreckten, musste die Frage entschieden werden, ob bei den Haaren, die zu zweien oder dreien zusammenstehen, die einzelnen Haare oder die Gruppen gezählt werden sollten. Wir haben diese Fragen viel erwogen und auf ihre Lösung viel Mühe verwandt, indem wir die ausgezählten Stellen immer wieder zerstörten und von Neuem durchsuchten. Namentlich hat Herr Fontana hierüber manchen vergeblichen Versuch angestellt. Die einzelnen Haare, welche Gruppen bilden, stehen zum Theil so dicht neben einander, dass es, wie schon hervorgehoben wurde, nicht immer möglich ist, mit absoluter Bestimmtheit zu erfahren, ob den einzelnen Haaren wirklich überall gesonderte Tastpunkte entsprechen oder nicht, obwohl ich dies für wahrscheinlich halte. Außerdem ist auch das Zählen hierbei besonders schwierig. Um so nicht uncontrollirbare Fehlerquellen in die Versuche eingehen zu lassen, haben wir uns schließlich entschlossen, wo Gruppenbildungen vorkommen, diese als einen Haarpunkt zu zählen. Es braucht hiernach weiter kaum erwähnt zu werden, dass, wo zwei Haare aus einem Haarpunkt hervorsahen, diese immer ebenfalls als ein Haar gezählt wurden.

2) Linker Unterarm. Die Haut dieses Gliedes wurde von Herrn Fontana allein untersucht. Die Haare sind auf der Beugeseite dünn und zart, sie nehmen sowohl nach dem proximalen Ende wie nach dem radialen und medialen Rande hin an Stärke zu und erreichen das Maximum ihrer Länge auf der Dorsalfläche.

Leider ist hier übersehen worden, die einzelnen Quadratcentimeter auszuzählen. Ich gebe in der nachstehenden Tabelle die Durchschnittswerthe pro Quadratcentimeter an, um den Gesammtwerth zu erhalten, braucht man demnach jede Zahl nur mit 4 zu multipliciren.

Tabelle XVII.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Umfang	Beuge-fläche	Radiale Fläche	Dorsale Fläche	Ulnare Fläche
19 cm	16,5 cm	0	15,2	12,3	18
25 »	17,5 »	16,4	18,2	18,3	22
31 »	21,7 »	13,1	16,6	16,2	16,4
35 »	24,3 »	10	15,4	15,6	15,7
41 »	25,3 »	8,2	14,8	12,1	14,2

Bemerkt sei hierzu noch, dass die Haare auch auf dem Unterarm, wenn nicht durchgängig, so doch sehr häufig in Gruppen stehen. Man sieht dies bei den feinen Haaren deutlicher, wenn man die Haut um die Haare leicht mit einer schwachen Lösung von Silbernitrat einreibt. Hierauf sind wir leider erst verfallen, als die hier beschriebenen Versuchsreihen abgeschlossen waren.

Wie auch diese Zusammenstellung erkennen lässt, nimmt die Anzahl der Haare vom Handgelenk nach dem Ellbogengelenk hin im allgemeinen beständig ab. Um über diese Erscheinung wenigstens für eine Armseite eine noch bessere Vorstellung zu gewinnen, hat Herr Fontana hierauf hin die Beugefläche des Vorderarms genau geprüft, indem er hier rechtwinklige Felder von 2 × 4 cm Flächeninhalt, die unmittelbar auf einander folgten, durchsuchte. Das wie mir scheint interessante Ergebniss dieser Prüfungen, durch welches das auf S. 281 ausgesprochene voll bestätigt wird, zeigt die folgende Zusammenstellung, in der ebenfalls nur die Mittelwerthe angegeben sind.

Tabelle XVIII.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Umfang	Arithm. Mittel pro qcm
23,2 cm	16,5—17 cm	15,2
25,2 »	18,2 cm	16,2
27,2 »	19 »	15,8
29,2 »	21 »	15,6
31,2 »	22,5 »	13,3
33,2 »	23,2 »	12,8
35,2 »	23,9 »	10,4
37,2 »	24,6 »	9,5
39,2 »	24,5 »	9
41,2 »	25 »	8,2

3) Linker Oberarm: Hier bestimmte Fontana an sich folgende Mittelwerthe pro Quadratcentimeter.

Tabelle XIX.

Entfernung von der Spitze d. Mittelfingers	Umfang	Beugefläche	Radiale Fläche
48 cm	22 cm	8,9	15,1
55 »	22 »	13,7	Narbe
59 »	25 »	12,2	—

4) Linker Unterschenkel. Hier finden sich die Haare in geringerer Anzahl als am Unterarm, doch sind sie hier länger. Reine Tastpunkte scheinen hier überall in geringer Anzahl vorzukommen. (Vgl. S. 306.) Auf der vorderen und tibialen Fläche sieht man die Haare meistens in Gruppen von 2 und 3 stehen. Oberhalb der Knöchel hören sie, wie schon gesagt wurde, ganz auf. Die von Fontana an sich selbst bestimmten Werthe vertheilen sich auf den Quadratcentimeter, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle XX.

Entfernung v. Calcaneus	Umfang	Vordere Fläche	Tibiale Fläche	Hintere Fläche	Peroneale Fläche
11 cm	20,7 cm	—	4,8	—	—
16 »	22 »	5	7,8	—	3,3
22 »	25,5 »	5	11,1	5,8	4,8
29 »	30,8 »	5,6	7,6	—	5,6
35 »	29,8 »	11,1	10,4	—	7,2
40,6 »	30,5 »	6.1	6,2	—	8.2

5) Fußrücken. Hier habe ich selber an Fontana die Haare innerhalb der oben beschriebenen Haarregion gezählt. Die Haare sind hier ziemlich lang und stehen vielfach in Gruppen. Zwischen den einzelnen Haaren finden sich viele reine Tastpunkte. (Vgl. die Tabelle auf S. 280.) Indem ich ca. 10 cm von der großen Zehe entfernt begann, erhielt ich innerhalb 8 einzelner Quadratcentimeter, die zu vieren in 2 Reihen neben einander lagen, folgende Werthe:

Außenseite	Innenseite
15	12
14	9
10	8
6	8

Bei einer Gesammtzahl von 82 würde der Mittelwerth pro Quadratcentimeter somit **10,25** betragen.

6) Brust, entlang der Mittellinie über dem Sternum. Alles Weitere ergeben die nachstehenden Tabellen. Die einzelnen Quadranten der Kreisflächen sind hier wie oben mit den Ziffern 1—4 bezeichnet:

Tabelle XXI.

Kiesow.

Region	Umfang	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arith. Mittel pro qcm
Höhe d. 2. Intercostalraums	89 cm	20	17	18	23	78	19,5
» » 4. »	86,5 »	17	15	18	16	66	16,5
» » 5. »	85,8 »	21	22	23	27	93	23,25
Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel	80 »	14	24	18	26	82	20,5

Tabelle XXII.

Fontana.

Region	Umfang	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arith. Mittel pro qcm
Höhe d. 2. Intercostalraums	84,5 cm	16	23	17	21	77	19,25
» » 4. »	80 »	20	24	22	21	87	21,75
» » 5. »	77 »	24	25	22	28	99	24,75
Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel	74 »	25	26	22	22	95	23,75

Ein Vergleich der gewonnenen Werthe lässt hier im Ganzen eine gute Uebereinstimmung erkennen. Von weiteren Beobachtungen sei noch hinzugefügt, dass die Haare hier nicht in Gruppen stehen, dass man aber sehr oft zwei aus einer Austrittsstelle hervorkommen sah. Innerhalb der dem 5. Intercostalraum entsprechenden Kreis-

fläche war dies sogar bei der Hälfte aller hier befindlichen Haare der Fall. Ferner sei noch bemerkt, dass die Haare bei mir in der Gegend der Ansatzstelle der 3. Rippe und des 4. Intercostalraums am längsten sind. Sie besitzen hier eine Länge von 2—3 cm. Ob die etwas geringere Anzahl hier (vergl. die obige Tabelle) mit der gewiss durch das Alter bedingten größeren Länge irgendwie zusammenhängt, wage ich nicht zu entscheiden, obwohl die Thatsache auffallend erscheint. Bei Fontana sind die Haare hier nicht länger als auf dem übrigen Theil des Sternums. Es schien mir weiter, dass an dieser Stelle zwischen den Haarfollikeln nur eine verschwindend geringe Anzahl reiner Tastpunkte vorhanden sei. Innerhalb der dem 2. Intercostalraum entsprechenden Kreisfläche, die hieraufhin genauer geprüft wurde, fand sich nur im 4. Quadranten ein einziger reiner Tastpunkt.

An Fontana habe ich die Haare auch längs der mittleren linken Axillarlinie gezählt. Auch hier wurden der Haut die erwähnten Kreise aufgedrückt. Ueber das Resultat orientirt die nachstehende Tabelle:

Tabelle XXIII.

Linke mittlere Axillarlinie.

Region	Umfang	1	2	3	4	Gesammtzahl	Arith. Mittel pro qcm
Höhe d. 4. Intercostalraums	80 cm	18	18	27	25	88	22
» » 5. »	77 »	21	21	19	22	83	20,75
Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel	74 »	15	16	18	16	65	16,25

7) Rücken. Hier wurden entlang der Wirbelsäule stets 3 Kreisflächen untersucht, die vertical zur Längsaxe des Körpers der Haut aufgedrückt waren und unmittelbar an einander stießen. In den nachstehenden Tabellen bezeichnet I die mittlere, II die links vom Beobachter und III die rechts von diesem gelegene. Die Ziffern 1—4 geben hier wie sonst die einzelnen Quadranten an.

Tabelle XXIV.

Kiesow.

Region	Umfang	II				I				III				Gesammtzahl			Arith. Mittel pro qcm		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	II	I	III	II	I	III
7. Halswirbel	35 cm	10	10	12	15	16	9	12	12	12	12	17	9	47	49	50	11,75	12,25	12,5
3. Rückenwirbel[1]	100 »	22	26	23	22	24	26	18	21	20	27	24	28	93	89	99	23,25	22,25	24,75
Auf der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht	82 »	22	15	16	14	16	19	13	13	16	14	12	15	67	61	57	16,75	15,25	14,25

Tabelle XXV.

Fontana.

Region	Umfang	II				I				III				Gesammtzahl			Arith. Mittel pro qcm		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	II	I	III	II	I	III
7. Halswirbel	37 cm	24	33	30	34	33	35	28	33	36	29	32	34	121	129	131	30,25	32,25	32,75
3. Rückenwirbel[1]	98 »	26	25	18	21	28	29	25	23	24	21	23	22	90	105	90	22,5	26,25	22,5
Auf der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht	75 »	11	17	12	12	16	19	12	15	18	20	18	18	52	62	74	13	15,5	18,5

1) Die Messung wurde hier bei anliegenden Oberarmen vorgenommen.

Eine Bezeichnung des Gesammtwerthes und des Mittelwerthes aus je drei der abgesuchten Kreisflächen, demnach für 12 qcm, zeigt die folgende Zusammenstellung.

Tabelle XXVI.

Region	Kiesow		Fontana	
	Gesammtwerth	Mittelwerth	Gesammtwerth	Mittelwerth
7. Halswirbel	146	12,17	381	31,75
3. Rückenwirbel	281	23,42	285	23,75
Auf der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht	185	15,42	188	15,67

Zu der an mir selbst auf der Haut über dem 7. Halswirbel vorgenommenen Prüfung ist zu bemerken, dass die Anzahl der Haare auf dieser Stelle in Folge eines vor Jahren in der Nähe vorgenommenen operativen Eingriffs vielleicht nicht der Norm entspricht. Ich habe die Werthe dennoch den Tabellen eingefügt, weil ich dies nicht als eine absolut gewisse Thatsache hinzustellen wage und die Befunde außerdem bei einer etwaigen Nachprüfung unter Umständen von Bedeutung sein könnten. An zwei anderen Personen aber, an denen ich die entsprechende Stelle nachprüfte, fanden sich annähernd die gleichen Werthe wie bei Fontana. Hierdurch würde die ausgesprochene Vermuthung sehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Diese dürfte auch noch durch den weiteren Umstand vermehrt werden, dass die übrigen Werthe eine gute Uebereinstimmung zeigen. Sollte hier demnach für die Gegend des 7. Halswirbels bei mir, wie ich meinerseits in der That glaube, eine Ausnahme vorliegen, so würde sich aus den übrigen Befunden ergeben, dass die Anzahl der Tastpunkte sich längs des Rückens in der Richtung von oben nach unten hin stetig vermindert.

Im Uebrigen sei noch erwähnt, dass ich auch längs des Rückens nicht eigentliche Gruppenbildungen gesehen habe, wohl aber, dass sehr häufig 2 Haare von anscheinend gleicher Länge aus einem Punkte hervorsehen. Ob sich zwischen den Haaren reine Tastpunkte finden, habe ich nicht sicher feststellen können und erscheint mir zweifelhaft.

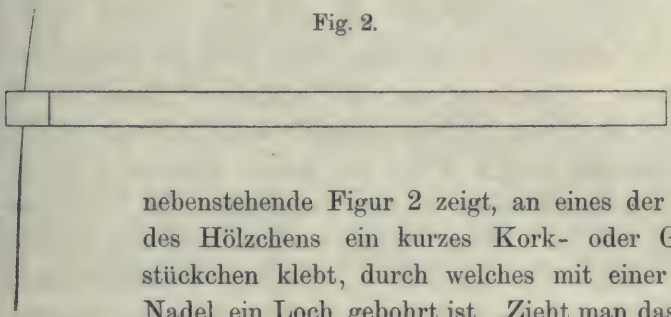
II. Die Empfindlichkeit der Tastpunkte.

Die Messung der Empfindlichkeit der einzelnen Tastpunkte wurde ebenfalls mittelst der v. Frey'schen Reizhaare angestellt. Bei an mir selbst ausgeführten Messungen suchte ich innerhalb einer umschriebenen Hautfläche 50 unmittelbar neben einander liegende Punkte und bestimmte für jeden einzelnen Punkt denjenigen Reizwerth, der noch eben eine Tastempfindung auszulösen vermochte. Die benutzten Werthe sind somit, um es nochmals zu betonen, Minimalwerthe. Aus der Summe der so erhaltenen Einzelwerthe berechnete ich das arithmetische Mittel, welch letzteren Werth ich als die mittlere Schwelle des Tastpunktes für die betreffenden Hautgebiete ansehe. Zur Abgrenzung der letzteren bediente ich mich meistens der erwähnten Kreisflächen. In Fällen, in denen die Anzahl der Punkte nicht ausreichte, wurden in unmittelbarer Nähe des Kreises neue Punkte gesucht, bis die Zahl vollständig war. Die einzelnen Punkte wurden in der angegebenen Weise markirt, dann mittelst Gelatine- oder Oelpapiers durchgepaust und, um das Wiederfinden und die Controlle zu erleichtern, mit Ziffern bezeichnet. Wo, wie am Handgelenk und an anderen Orten, die Dichte der Punkte eine beträchtliche ist, wurde von dem durchgepausten Bilde eine mehrmalige Vergrößerung hergestellt.

Wo ich die Versuche nicht an mir selbst anstellen konnte, musste mir natürlich sehr daran liegen, eine absolut zuverlässige Versuchsperson zu finden, die durch hinreichende Uebung Fehlangaben zu vermeiden wusste. Da Herr Fontana sich nicht nur hierzu bereit erklärte, sondern mit großer Geduld und Freudigkeit durch lange Versuchsreihen bei mir ausgeharrt hat, so kann ich nicht unterlassen, ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Da uns die Zeit etwas drängte, so sind an den meisten Stellen an ihm anstatt 50 nur 30 Punkte auf den Schwellenwerth hin geprüft worden. Es sei weiter bemerkt, dass ich in Anbetracht der Zeit, die er mir schenken konnte, diese Punkte nicht immer durchpauste, sondern auf der Haut je nach den Arbeitstagen mit verschiedenen Anilinfarben bezeichnete. Indem ich mir so von jeder Farbe eine rohe Skizze entwarf, war die Controlle gesichert.

Auf die Methode selbst gehe ich hier nicht weiter ein. Was aber die Anfertigung der Reizhaare betrifft, so glaube ich, hier insofern eine Verbesserung gefunden zu haben, als es mir gelungen ist, die Verkürzung des Haares durch Scheerenschnitte zu vermeiden und den einmal bestimmten Querschnitt constant zu erhalten. Mögen nun die durch Scheerenabschnitte entstehenden Abweichungen auch so gering sein, dass sie in vielen Fällen vernachlässigt werden können, so gibt es doch andere, in denen man sie nicht vernachlässigen möchte. Außerdem aber ist es mir nicht selten begegnet, dass bei der Bestimmung des Gewichtes auf der chemischen Wage auch durch minimale Scheerenschnitte die gesuchte Grenze leicht überschritten wird und so das Haar für den gewünschten Zweck nicht mehr brauchbar ist. Diese Unbequemlichkeit wird vermieden, wenn man, wie die

Fig. 2.



nebenstehende Figur 2 zeigt, an eines der Enden des Hölzchens ein kurzes Kork- oder Gummistückchen klebt, durch welches mit einer feinen Nadel ein Loch gebohrt ist. Zieht man das Haar, dessen Durchmesser unter dem Mikroskop vorher gemessen ist, durch dieses angeklebte Stückchen, so lässt sich an diesem durch geringes Auf- oder Abwärtsziehen mit einer feinen Pincette mit großer Exactheit die Kraftbestimmung vornehmen. Ist diese vollendet, so kann man das Haar am oberen Ende leicht befestigen. Mir gelingt dies leicht, indem ich es oben umbiege. Für andere Bestimmungen, die hier nicht in Betracht kommen, habe ich die Haare, namentlich stärkere, auch ohne sie zu befestigen, benutzen können.

Die in den nachfolgenden Angaben in Betracht kommenden Reizgrößen sind **0,3** g/mm, **0,4** g/mm, **0,5** g/mm, **0,75** g/mm, **1** g/mm, **1,5**, **2,0**, **2,5** g/mm und so in halben Stufen fort bis zu den höchsten Reizwerthen, die sich als nothwendig erwiesen.

1) Beugeseite des linken Unterarms. Haarloser Bezirk unmittelbar am Handgelenk.

Hier habe ich in der angegebenen Weise an mir selber im Ganzen zunächst 6 mal 50 Punkte gemessen und die einzelnen Mittelwerthe berechnet. Diese sind

1,24 g/mm
1,10 »
1,08 »
1,02 »
1,21 »
1,07 »

Das Mittel für die vorstehenden Werthe würde demnach = **1,12 g/mm** sein, wobei die einzelnen Mittelwerthe zwischen **1,02** und **1,24** g/mm schwanken.

Dieses Ergebniss stimmt gut mit der Angabe v. Frey's überein, der als mittlere Schwelle für 303 Punkte, die er an der gleichen Stelle gemessen, den Werth von 1,28 g/mm fand[1]), obwohl diese Region im Ganzen bei mir von etwas größerer Empfindlichkeit zu sein scheint. Dies kann von einer ungleichen Dicke der Epidermis herrühren, es können die Abweichungen nach unten aber auch dadurch verursacht sein, dass v. Frey mit ganzen Reizstufen bis zu 4 g/mm arbeitete und nicht unter 0,5 g/mm herabging. Ein Punkt von 4 g/mm Schwelle, der bei v. Frey viermal vorkam, fand sich an dieser Stelle bei mir nicht. Wie dem auch sein möge, so besteht zwischen unseren Ergebnissen auch insofern eine erfreuliche Uebereinstimmung, als die Anzahl der Einzelwerthe bei uns ebenfalls annähernd die gleiche ist, wenn die von mir benutzten Reizstufen auf die seinigen reducirt werden. Aus der folgenden Zusammenstellung wird dies ersichtlich. Ich benutze hierzu die ersten der untersuchten 50 Punkte, welche nach der obigen Tabelle einen mittleren Schwellenwerth von 1,24 g/mm besitzen.

	Schwellen in g/mm	Procentsatz der einzelnen Punkte
v. Frey:	0,5	13
	1	60
	2	22
	3	3,5
	4	1,5
		100

1) A. a. O., S. 235.

	Schwellen in g/mm.		Procentsatz der einzelnen Punkte	
Kiesow:	0,3 0,5	0,5	2 6	8
	0,75 1	1	14 46	60
	1,5 2	2	8 16	24
	2,5		8	8
			100	

Bringt man meine Werthe auf die v. Frey'schen etwa wie die nebenstehenden Zahlen zeigen, so dürfte die Uebereinstimmung kaum etwas zu wünschen übrig lassen. Die größte Anzahl der Punkte hat demnach, wie auch meine übrigen Protocolle zeigen, eine Schwelle von **0,75** und **1** g/mm, es folgen darauf die, welche auf **1,5** und **2** g/mm antworten, während die äußersten Grenzwerthe nur in geringer Zahl gefunden werden. In der obigen Zusammenstellung fehlt bei mir sogar der Werth von 3 g/mm. Dieser kam im Uebrigen dreimal vor, der von 3,5 g/mm einmal.

2) Mitte der Beugefläche des linken Unterarms. Hier fand sich innerhalb des Ringes I (S. 273) für 50 Punkte ein mittlerer Schwellenwerth von **1,3** g/mm, innerhalb des Ringes III ein solcher von **1,18** g/mm. Beide Werthe zusammen ergeben ein Mittel von **1,24** g/mm. Die Einzelheiten zeigen die folgenden Zusammenstellungen:

	Schwellen in g/mm	Procent
I.	0,5	0
	0.75	12
	1	58
	1.5	6
	2	14
	2.5	6
	3	4
		100
III.	0,5	4
	0,75	10
	1	62
	1,5	8
	2	16
		100

Auch hier sind die Schwellenwerthe von **1** g/mm in der größeren Anzahl vertreten.

3) Oberer Theil der Beugeseite des Vorderarms. Die untersuchte Stelle entspricht dem auf S. 275 beschriebenen Ring I und der unmittelbar um diesen gelegenen Hautpartie, die Stelle liegt ca. 2,5 cm von der Ellenbeuge und ca. 21,5 cm vom Handgelenk entfernt.

Als mittlere Schwelle für 50 Punkte wurde hier der Werth von 1,42 g/mm gefnnden. Die Vertheilung der Schwellenwerthe auf die einzelnen Tastpunkte zeigt die folgende Uebersicht:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	0
0,75	2
1	48
1,5	28
2	16
2,5	4
3	0
4	2
	100

Auch hier zeigt die Mehrzahl der Punkte einen Schwellenwerth von 1 g/mm, daneben häufen sich aber die Werthe von 1,5 g/mm mehr als früher. Ein Vergleich dieser Schwellenwerthe mit den am Handgelenk gefundenen lässt somit eine geringe Abnahme der Empfindlichkeit erkennen.

4) Ellenbeuge. Die untersuchten Punkte entsprechen den 46 innerhalb des Ringes I (S. 276), zu welchen in unmittelbarster Nähe vier weitere hinzugesucht wurden. Die mittlere Schwelle ist hier gleich 1,33 g/mm, die Vertheilung ergibt sich aus der nachstehenden Tabelle:

Schwellen in g/mm	Procent
0,4	2
0,5	2
0,75	2
1	56
1,5	12
2	20
2,5	4
3	2
	100

5) Mitte der Beugefläche des Oberarms. Es wurden hier die 37 Punkte des Ringes I (S. 277) nebst weiteren in unmittelbarer Nähe

gelegenen Punkten geprüft. Mittlerer Schwellenwerth = 1,44 g/mm. Die Vertheilung war die folgende:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	4
0,75	10
1	42
1,5	10
2	24
2,5	6
3	2
4	2
	100

6) Dorsalseite des linken Unterarms, Proc. styloid. ulnae. (Vergl. S. 278). Mittlerer Schwellenwerth = 1,42 g/mm. Die Vertheilung zeigt die folgende Uebersicht:

Schwellen in g/mm	Procent
0,4	2
0,5	8
0,75	14
1	28
1,5	18
2	14
2,5	10
3	4
3,5	2
	100

7) Mitte der Dorsalfläche des linken Unterarms, unmittelbar am Handgelenk.

Mittlere Schwelle für 50 Punkte: 1,2 g/mm. Vertheilung:

Schwellen in g/mm	Procent
0,3	2
0,4	4
0,5	6
0,75	12
1	36
1,5	8
2	14
2,5	6
3	2
3,5	2
	100

8) Radiale Fläche des linken Unterarms unmittelbar am Handgelenk. Die hier untersuchte Stelle entspricht dem auf S. 279 beschriebenen Ringe. Von diesen 103 Punkten wurden zunächst die in den Quadranten 1 und 2 und sodann 50 in den Quadranten 3 und 4 gelegene Punkte untersucht. Schließlich habe ich noch die 3 letzten Punkte geprüft und das Mittel aus sämmtlichen 103 Punkten bezeichnet.

Im ersten Falle fand sich ein Schwellenwerth von . **1,40 g/mm**,
» zweiten » ein solcher von . . . . . **1,47** »
» dritten » also für 103 Punkte ein solcher von . **1,44** »

Die Vertheilung für die beiden ersten Reihen zusammen, also für **100** Punkte ist die folgende:

Schwellen in g/mm	Punkte
0,5	6
0,75	10
1	35
1,5	15
2	24
2,5	7
3	2
3,5	1
	100

9) Vorderfläche des linken Oberschenkels. Für 50 innerhalb des Ringes I (S. 279) gelegene Punkte ergab sich ein mittlerer Schwellenwerth von **1,38** g/mm, bei Berücksichtigung aller 54 Punkte dieser Kreisfläche ein solcher von **1,35** g/mm. Vertheilung auf 50 Punkte in Procentsätzen:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	4
0,75	10
1	42
1,5	18
2	22
3,5	4
3	2

10) Mitte der linken Knieschеibe. Für die hier bestimmte Schwelle kann ich nicht die gleiche Exactheit garantiren, erstens weil

bei der Biegung die Haut gespannt wird und dadurch die Schwellenwerthe vielleicht in die Höhe getrieben sein könnten[1]), sodann aber, weil in Folge eines Defectes mein Knie nicht ganz normal ist. Immerhin mögen die Werthe hier eingefügt werden, weil sie bei Controllversuchen vielleicht von Nutzen sein können.

Mittlerer Schwellenwerth = 1,93 g/mm. Vertheilung:

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	0
0,75	4
1	18
1,5	30
2	18
2,5	10
3	12
3,5	4
4	4
	100

11) Die weiteren Messungen wurden, wie schon erwähnt, vornehmlich an Herrn Fontana vorgenommen. Soweit ich sie bisher zu Ende führen konnte, betreffen sie Theile des Unterschenkels, des Fußrückens, der Brust und des Rückens.

Bei Messungen, die ich früher im Hospital an einem intelligenten gesunden 18jährigen Bauernsohne anstellte, der wegen eines unglücklich geheilten Armbruchs dort aufgenommen war und sich einer neuen Operation unterwerfen musste, war mir aufgefallen, dass die Schwellenwerthe, die man auf der Mitte der Vorderfläche des Unterschenkels erhält, wohl im Ganzen innerhalb der Grenzen fielen, die ich an mir selbst hatte feststellen können, oder dass wenigstens die obere Grenze nicht erheblich überschritten wurde, dass aber die Maximalzahl der einzelnen Werthe nicht der sonst gefundenen entsprach, sondern dass man hier durchweg eine größere Anzahl höherer Werthe erhielt. Die Versuche wurden vor der Operation angestellt, zu einer Zeit also, als sich die Versuchsperson völlig kräftig und gesund fühlte. Da ich die erhaltenen Werthe viel controlliren musste, so konnte ich nur langsam vorwärts kommen und habe demnach hier nur für 25 Haarpunkte die Schwellenwerthe bestimmen können. Die Versuchsperson lag hierbei auf einem Fahrbett bequem ausgestreckt,

1) v. Frey, Bericht vom 3. Dec. 1894, S. 286.

Ich erhielt aus diesen Prüfungen Resultate, die sich auf die einzelnen Punkte folgendermaßen vertheilten:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,5	0	0
0,75	3	12
1	1	4
1,5	2	8
2	6	24
2,5	1	4
3	3	12
3,5	2	8
4	6	24
5	1	4
	25	

Die mittlere Schwelle des Tastpunktes würde auf dieser Hautstelle somit **2,63** g/mm betragen. Selbst wenn man zugibt, dass dieser Werth sich mehr dem nähert, den ich auf meinem linken Knie erhielt, so weichen doch die Einzelwerthe in ihrer Vertheilung hier und dort erheblich von einander ab. Und auch wenn man weiter zugeben muss, dass die Versuchsperson vielleicht nicht den Grad der Uebung in der Schätzung erreicht haben konnte, den die Versuche voraussetzen, so ist das Ueberwiegen der höheren Werthe immer noch auffallend genug.

Ich habe darauf die gleiche Hautfläche an Herrn Fontana mit der peinlichsten Genauigkeit nachgeprüft. Soweit bei ihm Uebung und Sorgfalt in der Beobachtung in Betracht kamen, konnte ich sicher sein, dass keine Fehlangaben in die Tabellen eingingen. Auch er lag bei diesen Versuchen lang ausgestreckt auf einem gepolsterten Fahrstuhl. Ich prüfte an ihm 50 Haarpunkte dieser Hautstelle und erhielt Angaben, die sich wie folgt auf die einzelnen Punkte vertheilten. Ich gebe auch diese wie oben in Procentsätzen, da die absolute Zahl sich von selbst ergibt.

Schwellen in g/mm	Procent
0,5	0
0,75	2
1	20
1,5	4
2	34
2,5	10
3	24
3,5	4
5	2
	100

Als mittlere Schwelle des Tastpunktes ergibt sich hieraus der Werth von 2,16 g/mm.

Sind auch dieser wie die Einzelwerthe in Folge größerer Uebung in der Beobachtung geringer und ist namentlich die Vertheilung sicherlich eine exactere, so sieht man doch auch hier deutlich ein Ueberwiegen der höheren Werthe mit Ueberschreitung der beiden Grenzwerthe.

Um eine weitere Controlle für die Zuverlässigkeit der vorstehenden Angaben zu gewinnen, habe ich an Herrn Fontana die Tastempfindlichkeit der Wadenhaut gemessen. Hier hat schon v. Frey einen zweiten Versuch angestellt, indem er für 73 Punkte die Schwelle bestimmte. Er erhielt einen mittleren Schwellenwerth von 1,44 g/mm [1]). Je nach dem Ausfall dieser Prüfung konnte ich mit mehr oder weniger Recht auf die Zuverlässigkeit der vorstehenden Angaben und aller folgenden zählen.

Ich prüfte hier 30 Punkte und erhielt Angaben, die sich folgendermaßen vertheilten:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,4	1	3,3
0,75	4	13,3
1	12	40
1,5	1	3,3
2	9	30
2,5	1	3,3
3	2	6,7
	30	

Hier ergibt sich ein Mittelwerth von 1,45 g/mm, ein Resultat, das mit demjenigen v. Frey's in der auffallendsten Weise übereinstimmt. Wir sehen hier ferner nicht mehr das Ueberwiegen der höheren Werthe, wie auch kein Ueberschreiten des oberen Grenzwerthes. Dass auch in der Vertheilung der einzelnen Punkte zwischen meinen und v. Frey's Ergebnissen eine gute Uebereinstimmung besteht, bezeugt die folgende Tabelle, die ich seiner Darstellung entnehme [2]).

1) A. a. O., S. 233.
2) A. a. O., S. 232.

Schwellen	Haare	Haarlose Druckpunkte	Summe	Procent
0,5	8		8	11
1,0	39	2	41	56
2	14	1	15	21
3	6		6	8
4	3		3	4
	70		73	100

12) Fußrücken. Hier wurden an Herrn Fontana 30 Haarpunkte gemessen. Es ergab sich ein mittlerer Schwellenwerth von 1,27 g/mm. Die Vertheilung war die folgende:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,4	1	3,3
0,75	3	10
1	16	53,3
1,5	3	10
2	5	16,7
2,5	2	6,7
	30	100

Auch hier ist die Vertheilung, wie wir sie oben fanden.

13) Brust. Mittellinie, in der Höhe des 4. Intercostalraumes. Gemessen wurden ebenfalls 30 Punkte.

Mittlere Schwelle der Tastpunkte: 2,7 g. Vertheilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
0,5	0	0
1	1	3,3
1,5	2	6,7
2	3	10
2,5	8	26,7
3	11	36,7
3,5	4	13,3
4	1	3,3
	30	100

Bei einer sichtlichen Zunahme der höheren Werthe liegen die Einzelwerthe hier dennoch innerhalb der bekannten Grenzen.

14) Rücken. Mittellinie in der Höhe des 3. Rückenwirbels. Auch hier konnten nur 30 Haarpunkte gemessen werden. Die Versuchsperson saß bei diesen Prüfungen aufrecht auf einem Stuhl, die Beine über den Sitz geschlagen und das Gesicht der Stuhllehne zugewandt. Die hier gefundenen Werthe weichen aber von allen bisher gewonnenen nicht nur darin ab, dass hier nicht einmal

die untere Grenze, ja nicht einmal der Werth von 1 g/mm erreicht ward, sondern dass auch die obere ganz beträchtlich überschritten ward. Wie die einzelnen Werthe hier größer sind, so ist ebenso der Mittelwerth bedeutend höher als an allen bisher untersuchten Stellen. Letzterer beträgt für diese Hautstelle 4,3 g/mm. Die Vertheilung der Werthe auf die einzelnen Punkte war die folgende:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Procent
1	0	0
2	1	3,3
3	6	20
3,5	1	3,3
4	11	36,7
4,5	1	3,3
5	3	10
5,5	3	10
6	2	6,7
6,5	1	3,3
7	1	3,3
	30	

Zusammenstellung: Tabelle XXVII.

Hautstelle	Dichte der Tastpunkte pro qcm	Mittlere Schwelle der Tastpunkte in g/mm	Häufigster Werth in g/mm	Minimalwerth in g/mm	Maximalwerth in g/mm
Handgelenk, Beugefläche	28,53	1,12	1	0,3	2,5
» Dorsalfläche (Mitte)	28	1,2	1	0,3	3,5
» Proc. styl. ulnae	20,5	1,42	1	0,4	3,5
» radiale Fläche	25,75	1,44	1	0,5	3,5
Unterarm, Mitte der Beugefläche	16,08	1,24	1	0,5	3
» ob. Theil d. »	9,33	1,42	1	0,75	4
Ellenbeuge	12,16	1,33	1	0,4	3
Oberarm, Mitte der Beugefläche	9,33 10,19	1,44	1	0,4	3
Fußrücken	23,75	1,27	1	0,4	2,5
Unterschenkel, Mitte der Vorderfläche	5—5,6	2,16	2	0,75	5
» Wade	5,8	1,45	1	0,4	3
Kniescheibe, Mitte		1,93	1,5	0,5	4
Oberschenkel, Vorderfläche über dem Knie	14,38	1,35	1	0,5	3
Brust	21,75	2,7	3	1	4
Rücken	26,25	4,3	4	2	7

Weitere Mittheilungen seien dem erwähnten Nachtrage vorbehalten. Soweit die aus diesen Versuchen resultirenden Bestimmungen eine Schlussfolgerung zulassen, scheint mir die Annahme berechtigt, dass für die Messung der Empfindlichkeit der einzelnen Hautstellen neben der Dichte der Punkte die mittlere Schwelle der Tastpunkte und neben dieser die Häufigkeits- wie die kleinsten und größten Werthe in Betracht zu ziehen sind. In der vorstehenden Tabelle sind alle diese Größen für einige Hautflächen nach den an uns beiden angestellten Versuchen übersichtlich zusammengestellt, nur die Schwankungen der Dichte im Quadratcentimeter habe ich hier unberücksichtigt gelassen.

Vergleicht man diese Werthe untereinander, so ergibt sich, dass mit einer gewissen Zunahme der mittleren Schwelle der Tastpunkte (Kniescheibe) auch die Häufigkeitswerthe stetig wachsen und ebenso sieht man, dass auch die Minimal- und Maximalwerthe hierzu in einem gewissen Verhältniss stehen. Die Grenzen, innerhalb welcher die einzelnen Schwellenwerthe, wie die mittlere Schwelle der Tastpunkte fallen, müssen also nach diesen Versuchen weiter hinausgeschoben werden, als dies von v. Frey und mir selber bisher geschehen ist.

Vergleicht man die mitgetheilten Ergebnisse weiter mit den Resultaten, zu welchen E. H. Weber[1]) bei seinen Versuchen über die Feinheit des Ortssinnes gelangt, so zeigt sich hier im allgemeinen bereits zum Theil eine merkwürdige Uebereinstimmung. So schreibt Weber über die Feinheit am Arm: »Die Haut am Oberarm ist also im allgemeinen etwas unempfindlicher als die Haut am Unterarme, und diese ist wieder unempfindlicher als die der Hand. Aber die Empfindlichkeit vermindert sich von der Hand bis zur Schulter nicht gleichmäßig, sondern am Handgelenk und Ellenbogengelenk ist sie etwas größer als an den dazwischen gelegenen Theilen« (vgl. S. 281). Ebenso fand er auf dem Brustbein und am Rückgrat die höchsten, auf der Zungenspitze wie ich selbst[2]) die niedrigsten Werthe. Anderes aber wage ich hierüber auf Grund des Vorstehenden noch nicht zu behaupten und behalte weitere Schlussfolgerungen meinen nächsten Mittheilungen vor.

1) E. H. Weber, Tastsinn u. Gemeingefühl. Separatabdr. S. 77. Braunschw. 1851.
2) F. Kiesow, Zur Psychophysiol. d. Mundhöhle. Diese Ztschr. XIV, S. 568 f.

Erklärung der Tafel I.

Die schwarzen Punkte sind Haarpunkte, die grünen Kalt- und die rothen Warmpunkte. Die Umrandung der einzelnen Flächen entspricht genau der Form, die sie infolge der Verschiebung der Haut beim Durchpausen annahmen. Alle Zeichnungen sind in natürlicher Größe wiedergegeben.

1. Reihe: Dorsalfläche des linken Unterarms am Handgelenk, radiale Hälfte. Links Kaltpunkte, rechts Haar- und Kaltpunkte. Die Warmpunkte sind nicht eingetragen.
2. Reihe: Dorsalfläche des linken Unterarms. Die einzelnen Flächen folgen längs der Mittellinie in Abständen von ca. 4 cm aufeinander. Links proximale, rechts distale Fläche. Letztere ca. 4 cm vom proximalen Rande der vorerwähnten entfernt. Innerhalb der 4 Flächen war mit Sicherheit nur ein einziger Warmpunkt nachweisbar.
3. Reihe: Mitte der Beugefläche des linken Unterarms. Mittellinie. Die Zeichnung enthält nur Kalt- und die auffindbaren Warmpunkte.
4. Reihe: Untere Hälfte der Beugefläche des rechten Oberarms. Die Zeichnung enthält nur Kalt- und Haarpunkte.

Die Dimensionen des Raumes.

Von

A. Kirschmann.

University of Toronto, Canada.

Einleitung: Ueber Ausdehnung, Intensität und Messung.

Als die experimentelle Psychologie, die ihre gegenwärtige Bedeutung in erster Linie durch die Thätigkeit des Mannes erlangte, zu dessen Ehrung auch die nachstehenden Betrachtungen einen bescheidenen Beitrag liefern sollen, das Licht der Welt erblickte, da wurde auch ihr von einer ungütigen Fee ein böses Geschenk mit in die Wiege gegeben, nämlich das Problem oder das angebliche Problem der Messbarkeit psychischer Größen. Und da man gewöhnt war — aus Gründen, die einzusehen mir nie gelang — die Ausdehnung von dem Bereich des Psychischen auszuschließen und dem letzteren allein das Qualitative und das Intensive zuzuschieben, so stellte man die Frage wie folgt: »Können intensive Größen gemessen werden?« Man berief sich auf Kant, dem natürlich die nunmehr brennenden Fragen nach der quantitativen Beziehung zwischen Psychischem und Physischem eben so fremd waren wie den Rittern des Mittelalters das rauchlose Pulver, der aber irgendwo einmal gesagt hat, dass die Psychologie — worunter er aber etwas ganz anderes verstand als wir heute — niemals eine exacte Wissenschaft werden könne. Dabei aber vergaß man, dass derselbe Kant an viel hervorragenderer Stelle seines Systems als eine der wichtigsten Grundlagen der Erfahrung, als eine — in seinem Schema nur lose mit der Kategorie der Qualität in Verbindung gebrachte — Anticipation jeder Wahrnehmung das Axiom aufstellt: Alle Erscheinung hat eine intensive Größe, einen

Grad. Was ist aber ein Grad anderes als eine beurtheilbare und messbare Größe?

Nun hat aber die Physik seit Alters her mit mehr oder minder gutem Erfolg, wenn auch scheinbar indirect, intensive Größen, wie die Schwere, die elektromotorische Kraft, die Spannung, die Lichtstärke, die Wärme, gemessen, und es musste daher die Ableugnung der Messbarkeit intensiver Größen auf die rein psychischen Intensitäten beschränkt werden. Aber auch hier besteht sie zu unrecht. Wenn man nachweisen kann, dass eine kleine leuchtende Fläche, unbeschadet der genauen Erhaltung ihres Contrasteffectes, durch eine größere von entsprechend geringerer Intensität ersetzt werden kann, so dass eine feste Reciprocität zwischen Intensität und Ausdehnung stattfindet, so heißt das doch nichts anderes, als dass die psychische Größe der Lichtintensität und des Contrastes gemessen werden. Der Kampf gegen die Messung der Empfindung ist denn auch hauptsächlich von solchen geführt worden, die sich nicht selbst experimentell mit psychologischen Fragen befassten, und er wird heute nur von vereinzelten Außenstehenden fortgesetzt. Die experimentelle Psychologie ist längst über diesen Streit hinweg zur Tagesordnung übergegangen. Sie hat Probleme vorgefunden, die die bisherigen Wissenschaften nicht zu lösen vermochten, ja, kaum berührt hatten. Sie hat gefunden, dass diese Probleme quantitativer Natur und der exacten messenden Behandlung fähig sind, und sie hat sich unbefangen und unbekümmert um die Angriffe von Seiten derer, die sich nicht die Mühe nehmen Einsicht in die Probleme zu erlangen, an die Lösung begeben.

Während die Psychologie ihre denkwürdige Verwandlung aus einer abstracten und formalen philosophischen Disciplin in eine exacte Experimentalwissenschaft durchmachte, während sie den Kampf um die Messbarkeit intensiver Größen zu bestehen hatte und bestand, hat sich auch in derjenigen exacten Wissenschaft, die zugleich die Königin und die nützlichste Dienerin aller anderen ist, in der Mathematik, ein folgenschwerer Umschwung vollzogen. Während man schon lange des Besitzes einer rein arithmetischen Wissenschaft, einer reinen Größenlehre sich rühmte, die sich von jeder Abhängigkeit von der räumlichen Ausdehnung lossagte, und anderseits die Ausdehnung immer nur eine Unterabtheilung der Größe blieb, entstand nun

in der neueren synthetischen oder projectiven Geometrie eine neue Disciplin, die im Gegensatz zur metrischen Raumlehre ohne Größen und ohne Messung fertig zu werden vorgibt und einer neuen Auffassung Bahn bricht, wonach das Charakteristische der Ausdehnung als von dem Größenbegriff unabhängig aufzufassen ist. Nach dem Vorgange von Felix Klein u. A. muss die projectivische Geometrie geradezu als die allgemeine angesehen und der metrischen Raumlehre übergeordnet werden.

Wenn nun auf Grund der theoretischen Errungenschaften der modernen Mathematik und der experimentellen der Psychologie die Frage der Messung noch einmal aufgerollt wird, so richtet sie sich nun nicht mehr auf die Möglichkeit der Messung des Intensiven, sondern sie muss, den Spieß umkehrend, nunmehr lauten: »Messen wir denn im Grunde genommen je etwas anderes als intensive Größen?« und »Ist Ausdehnung überhaupt Größe, Quantität?« Versuchen wir im Nachstehenden diese radicale Umkehrung der Problemstellung zu begründen.

Zunächst ist nicht einzusehen, warum die räumlichen Eigenschaften der Empfindung weniger psychisch und mehr physisch sein sollen als die Intensität. Ist denn der Raum nicht subjectiv, im Kant'schen Sinne? Können wir je etwas wissen über einen objectiv, d. i. unabhängig von unserem Bewusstsein existirenden Raum? Und ist im Sinne Wundt's die Intensität nicht, eben so gut wie die Ausdehnung, subjectiv und objectiv zugleich? Ist überhaupt das Objective, das Physische, etwas anderes als eine gewisse Combination und mehr oder minder constante Beziehung von Bewusstseinsthatsachen? Man mag in einem veralteten Lehrbuch der Psychologie den Satz finden: »Unsere Vorstellungen vom Raume sind selbst nicht räumlich«, bei welchem wir uns heute nichts Vernünftiges mehr denken können. Wenn aber in einem ganz modernen Buche, wie Stout's *Analytical Psychology*, sich ähnliches vorfindet, so muss das doch sehr Wunder nehmen. Stout sagt: »Meine Vorstellung von einem Dreieck ist nicht dreieckig« und er fügt zur Erklärung hinzu »denn sie ist nicht aus Linien und Winkeln zusammengesetzt.« Wenn Stout wenigstens gesagt hätte: Das Ding an sich, welches das Dreieck (nämlich meine Vorstellung) hervorruft, ist vielleicht selbst nicht dreieckig, so ließe sich das noch verstehen, denn es hat größere Leute gegeben die

von dem Ding an sich sprachen und auf derselben Seite bewiesen, dass man von dem Ding an sich überhaupt nicht sprechen könne. Meine Vorstellung vom Dreieck ist doch das einzige Dreieck das ich kenne; und sie ist ganz gewiss dreieckig und aus Winkeln und geraden Linien zusammengesetzt. Es gibt für mich keinen andern Raum als den Raum meines Bewusstseins und ich kann mir auch beim besten Willen und bei größter Anstrengung keine Vorstellung von einem andern machen.

Hat somit die räumliche Ausdehnung bezüglich der Objectivität vor der Intensität der Empfindung nichts voraus, so fällt der Vergleich hinsichtlich der Anwendung des Begriffs der Größe noch ungünstiger aus. Wenn man gesagt hat, dass die Empfindung als intensive Größe der Messung nicht zugänglich sei, so hat man dabei meist stillschweigend zwei völlig grundlose und unberechtigte Annahmen gemacht; nämlich erstens dass »Größe« (und darum auch »Messen«) ein letzter nicht weiter zerlegbarer Begriff sei, und zweitens, dass es auch andere als intensive Größen gebe. Sehen wir zunächst was man unter Größe versteht. Man frage sich: Könnte es eine Größe allein geben? Offenbar nicht, denn nur durch den Vergleich mit etwas anderem wird etwas zur Größe. Das Vergleichen selbst ist aber keineswegs ein einfacher Process; es setzt das Unterscheiden voraus. Unter dem Unterscheiden verstehe ich nicht etwa das Ermitteln oder Bestimmen des Unterschieds, denn das ist ja gerade das Vergleichen, sondern den psychischen Befund: Dieses ist nicht das, es ist ein anderes. Nur was in irgend einer Weise verschieden ist, kann verglichen werden. Wenn zwei Bewusstseinsinhalte gar keine Verschiedenheiten aufwiesen, so wären sie identisch, d. h. sie wären gar nicht zwei Bewusstseinsinhalte, sondern einer und derselbe. Das Unterscheiden bezieht sich entweder auf die Qualität (wie bei gleichzeitig gehörten Tönen oder Geräuschen und bei Complicationen aus verschiedenen Sinnessphären) oder auf den Raum (wie bei der Unterscheidung simultaner sonst ganz gleicher Eindrücke) oder endlich auf Qualität und Raum zugleich (wie bei der Unterscheidung der Farben). Intensitäten können wir nur vergleichen, wenn sie zugleich räumlich oder zeitlich getrennt oder qualitativ verschieden sind. Und dabei muss die zeitliche Trennung oder Unterscheidung zuletzt auch auf den Raum zurückgeführt werden. Eine rein zeitliche Reihe von

verschiedenen Intensitäten ist nur dadurch möglich, dass die reproducirte Vorstellung des vorangegangenen Eindrucks entweder qualitativ von dem gegenwärtigen abweicht oder aber räumlich neben ihr zum Vergleich gedacht wird. Füllte eine einzige Empfindung das ganze Bewusstsein aus, so könnten wir reine Intensitätsänderungen an ihr nicht wahrnehmen. Das ist die consequente Folge des Relativitätsgesetzes, welches für alles, was den Charakter der Größe besitzt, sei es qualitativer oder intensiver Natur, gelten muss. Damit ist aber keineswegs der in Beziehung zu anderen stehenden intensiven Größe die Möglichkeit der stetigen Aenderung genommen, wie das Grassmann anzunehmen scheint, wenn er meint, dass »der Begriff der stetigen Aenderung des Elementes nur bei der Ausdehnungsgröße hervortreten« könne[1]).

Das Vergleichen bezieht sich auf den Grad der Verschiedenheit[2]). Das fundamentale Urtheil lautet hier: Dieses ist größer, mehr, oder kleiner, weniger als das. Es betrifft also die Intensität oder bei qualitativer Verschiedenheit den Grad der Aehnlichkeit. Nun behaupte ich: Während sich das Unterscheiden immer auf qualitative oder Raumverschiedenheiten bezieht, ist das Vergleichen, welches die Unterscheidung nothwendig voraussetzt, stets eine Intensitätsfrage, auch wenn es sich um extensive Größen handelt. Wenn wir eine Strecke oder Entfernung größer als eine andere wahrnehmen, so fällen wir das betreffende Urtheil auf Grund der Intensität entweder direct bei der Wahrnehmung der zu vergleichenden Raumgrößen betheiligter oder reproducirter Empfindungen specifischer Art (es bleibt sich hier gleich, welchen Namen dieselben tragen, Muskelempfindungen, Innervationsempfindungen, Bewegungsempfindungen u.s.w.). Auch bei den feinsten Präcisionsapparaten, bei welchen, wie man sich auszudrücken beliebt, die Ungenauigkeit der menschlichen Sinnes- und Bewegungsorgane eliminirt ist, liegt sowohl bei der Herstellung

---

1) Grassmann, Die lineare Ausdehnungslehre (Ausgabe von Fr. Engel), S. 28.

2) Es bleibt sich bei dieser Betrachtung gleich, ob man die »Verschiedenheit« in dem geläufigen Sinne oder der ihr von Meinong gegebenen Bedeutung auffasst (Meinong, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinne, XI, S. 81 ff.). Aber das »Unterscheiden« hat in dem hier angewandten Sinne mit dem »Unterschied« nichts zu thun. Es lässt sich leider für diesen primitivsten psychischen Act nicht leicht ein anderes Wort finden.

des Instruments wie bei der Ablesung in letzter Instanz eine solche Zuhülfenahme durch den Gesichts- oder Tastsinn vor. Das hat auch Meinong im Auge, wenn er sagt, dass jede Messung psychisch, nie rein physisch sei und dass gerade der psychische Antheil meist das Exacte ausmache[1]).

Es gibt demnach keine rein extensiven Größen. Was an der Ausdehnung Größe ist, das ist im letzten Grunde doch Intensität. Das Charakteristische der Ausdehnung ist nicht Größe. Alle Größe setzt Intensität voraus, aber die Ausdehnung ist nicht ein specieller Fall der Größe, obgleich sie die Größenbetrachtung auch zulässt.

Das Messen oder die Bestimmung von Größen ist kein einfacher Process, sondern setzt sich aus dem Unterscheiden und Vergleichen zusammen. Auch die Zahl ist das Product wiederholten Unterscheidens und Vergleichens. Rein Extensives lässt sich zwar unterscheiden, aber nicht messen. Es benöthigt den Hinzutritt des Intensiven, um Messung möglich zu machen. Selbst wenn wir qualitativ Verschiedenes zählen, so kann das nur geschehen, indem wir die Einheiten vergleichend unter einem gemeinsamen, wenn auch noch so weiten Begriff zusammenfassen.

Da nun das Vergleichen Unterscheiden voraussetzt, das Unterscheiden aber entweder qualitativ oder räumlich ist, das Qualitative aber nur in so fern zur Behandlung als Größe Anlass geben kann, als es sich von irgend einem Standpunkte nach Art der Intensität betrachten lässt, so setzt die Messung, obgleich sie sich auf die intensive Seite bezieht, doch die Extensität voraus. Die zu vergleichenden Dinge, das zu Messende und das Maß, müssen extensiv getrennt sein, also räumlich oder zeitlich. Wir haben aber weiter oben schon bemerkt, dass auch die Zeit, wenn als Ausdehnung betrachtet, auf den Raum zurückgeführt werden muss. Wenn wir von der Zeit als Extension sprechen, so müssen wir sie unter dem Bilde räumlicher Ausdehnung vorstellen, und die Gesetze der Phoronomie besitzen Gewissheit nur, so weit die Zeit als räumliche Größe sich darstellen lässt.

Wir sehen somit, die bisher so stark betonte Scheidung in extensive und intensive Größen ist unhaltbar, weil den Thatsachen

1) Meinong, Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinne, XI, S. 230.

nicht entsprechend. Alle Größe ist intensiv, und dennoch setzt sie die Ausdehnung, die extensive Trennung als conditio sine qua non voraus. Man kann daher auch nicht einfach mit Grassmann[1]) sagen, dass die intensive Größe durch Erzeugung des Gleichen, die extensive, d. i. die Ausdehnung, durch Erzeugung des Verschiedenen entsteht, denn die Erzeugung des Gleichen setzt schon die Raumverschiedenheit voraus. Aber bei Grassmann ist eben die Extension doch auch noch »Größe«. Die extensive Größe, die flüssig gewordene Combination, unterscheidet sich von der intensiven, der flüssig gewordenen Zahl, durch das »Auseinandertreten« der Elemente[2]). Dieses Auseinandertreten der Elemente ist das was wir Ausdehnung nennen. Eine reine Größenlehre unabhängig von der Ausdehnung (d. i. vom Raum), wie so viele Analytiker sie zu besitzen wähnen, ist demnach nicht möglich. Auch die reine Zahl, sei sie quantitatives (Cardinalzahl) oder Ordnungsprincip (Ordinalzahl), sei ihre Reihe als stetige oder als discontinuirliche aufgefasst, enthält stets Ausdehnung und Intensität.

Es ist eine andere Frage, ob eine reine Ausdehnungslehre, eine Raumlehre ohne jegliche Bezugnahme auf Größe, möglich ist. Da zwar die Größe der Ausdehnung als Vorbedingung bedarf, nicht aber umgekehrt, denn das Charakteristische der Ausdehnung (d. i. des Raumes) ist nicht Quantität, sondern Qualität, und zwar eine von allen anderen Qualitäten mehr verschiedene, als diese untereinander, nämlich die Qualität, die sich nicht anders ausdrücken lässt als: »dieser Ort im Raum ist nicht jener«, so darf diese Frage unbedingt bejaht werden. Eine solche Ausdehnungs- oder Raumlehre ist sehr wohl möglich. Sie hat sich jeglichen Gebrauchs der Größenbegriffe zu begeben. In einer solchen nichtmetrischen Geometrie darf es zwar Punkte, Linien und Ebenen, d. i. Orte, Richtungen und Richtungssysteme geben, aber keine Distanzen und Winkelgrößen. Es gibt in einer solchen Geometrie weder Größe noch Aehnlichkeit von Figuren; denn von der Gestalt, die ja theilweise auf Größenverhältnissen beruht, kann nur noch die Collineation übrig bleiben. In der That kommt die sogenannte Geometrie der Lage, die projective Geometrie

1) Grassmann, Ausdehnungslehre I (Engl. Ausgabe), Einleitung, S. 26.
2) Ebenda, S. 27.

trotz ihrer zuweilen der metrischen Anschauung entlehnten Ausdrucksweise, einer solchen nicht messenden Ausdehnungslehre sehr nahe.

Wir haben im Vorstehenden gesehen, dass der Raum unserer Anschauung ein zweifaches enthält, ein ihm ureigenes Qualitatives, das sich nicht näher bezeichnen lässt — es ist eben das specifisch Räumliche, die Ausdehnung — und ein mit Hülfe der Intensität in ihn hineingetragenes, die Größe. Die qualitativ-quantitative Doppelnatur, der wir bei der psychologischen Untersuchung des Gesichts- und Tastraumes begegnen, und die ihre klassische Darstellung in Wundt's Theorie der complexen Localzeichen erhalten hat, müssen wir also auch schon dem ohne Rücksicht auf specielle Sinnesgebiete von rein erkenntnisstheoretischen und mathematischen Gesichtspunkten aus untersuchten Raume unserer Anschauung zuschreiben.

Erster Theil.

Ueber die Motive zur Annahme einer vierten und höherer Dimensionen.

Wir sind gewöhnt, dem in unserer Sinnesanschauung gegebenen Raume drei Dimensionen zuzuschreiben, obgleich wir für die Dringlichkeit dieser Aussage zumeist keine andere Begründung als die allgemeine Gebräuchlichkeit derselben zu erbringen vermöchten. Die elementare Mathematik macht in ihren Sätzen und Deductionen von dem Begriffe der Dimension keinen nennenswerthen Gebrauch, und man kann sich sehr wohl vorstellen, dass Jemand die niedere Mathematik, also neben der Arithmetik die Planimetrie, die ebene und sphärische Trigonometrie und die Stereometrie ausgezeichnet beherrsche und anwende, ohne jemals von den drei Dimensionen des Raumes gehört zu haben.

Es ist daher wohl werth zu untersuchen, ob der Begriff der Dimension und ihre Dreiheit mit Nothwendigkeit auf die oben erwähnte qualitative Ureigenschaft des Raumes angewandt werden muss und unzertrennlich von ihr ist, oder aber, ob es sich um eine Eigenschaft handelt, die mit dem auf die Intensität gegründeten Begriff der Größe zusammenhängt und mit diesem unvermeidlich eingeführt werden muss, oder endlich, ob wir in der Dreidimensionalität lediglich

eine vom Gesichtspunkte des Oeconomieprincips mehr oder minder nützlich erscheinende conventionelle Annahme vor uns haben, die der Begründung in der Natur des Raumes ganz entbehrt.

Die Dreidimensionalität des Raumes pflegt gewöhnlich auch von Seiten des Mathematikers als selbstverständlich betrachtet zu werden und wird daher auch keiner eigentlich kritischen Erörterung unterzogen. Der Begriff der Dimension gewinnt ein höheres Interesse anscheinend erst da, wo man, über die gegebene Raumanschauung hinausgehend, von Systemen und Räumen von mehr als drei Dimensionen redet. Es dürfte sich daher empfehlen, ehe wir an unsere eigentliche Aufgabe, die erkenntnisstheoretische kritische Untersuchung der räumlichen Dimensionen herantreten, die Wege und Motive ins Auge zu fassen, die zu jenem Hinausgehen über die Dreidimensionalität und zur Annahme von »höheren Dimensionen« geführt haben, oder dazu führen könnten.

Es gibt vier verschiedene Standpunkte, die zur Construction metageometrischer Theorien Anlass geben können: einen mystischen, einen psychologischen, einen naturwissenschaftlichen und einen mathematischen Standpunkt. Die von dem ersten und letzten dieser Gesichtspunkte Ausgehenden wandeln auf längst ausgetretenen Pfaden; der psychologische Gesichtspunkt hat für Zöllner den Ausgangspunkt einer Theorie gebildet, und der naturwissenschaftliche Gesichtspunkt ist, trotzdem ihm im Grunde am meisten Berechtigung zuerkannt werden muss, nur ein möglicher geblieben, da er meines Wissens keinen Vertreter gefunden hat.

I. Der mystische Gesichtspunkt.

Der mystische Gesichtspunkt ist im wesentlichen identisch mit demjenigen der Spiritisten und durch die Schriften Zöllner's und die sich daran knüpfenden Controversen hinlänglich bekannt. Wir dürfen uns daher auf einige Bemerkungen beschränken, die thatsächlich Unrichtiges in den Grundannahmen betreffen, und verweisen hinsichtlich der allgemeinen Ablehnung auf die Arbeiten von Wundt[1]), der in ebenso entscheidender wie humorvoller Weise die Absurdität

1) Essays: Der Spiritismus.

eines solchen Geisterlebens in der vierten Dimension dargethan hat. Es wäre in der That kein beneidenswerthes Leben nach dem Tode, wenn wir annehmen müssten, dass die Seelen unserer lieben Abgeschiedenen gewissermaßen als Sclaven eines für Geld sich producirenden spiritistischen Mediums auf dessen Befehl an Tische und Wände klopfen, Ziehharmonikas spielen, in der fehlerhaften Orthographie des Mediums Geisterhandschriften auf Schiefertafeln schreiben, verwickelte Knoten lösen und allerhand andere Kunststückchen ausführen müssten, die im Variété-Theater ein geschickter Zauberkünstler ohne spiritistische Prätensionen meist besser macht. Aber, sagt man, die vierdimensionalen Geister sollen auch Größeres vollbringen, dessen der lediglich auf Sinnestäuschungen ausgehende Escamoteur nicht fähig ist, sogenannte Materialisationen und Durchdringungen. Wenn wir einen Knoten (einen echten natürlich) in eine Schnur machen und dann die Enden der Schnur versiegeln, so können wir den Knoten nicht öffnen, ohne die Siegel zu erbrechen. Oder wenn wir nach Anbringung des Knotens die Enden der Schnur zusammenweben, so muss der nun entstandene Ring seinen Knoten behalten wie ein Helmholtz'scher Wirbel. Nun wird behauptet, die Wesen der vierten Dimension könnten einen solchen dreidimensionalen Knoten, ohne die Siegel zu verletzen oder den Ring aufzuschneiden, durch »Circumversion« in der vierten Dimension mit derselben Leichtigkeit öffnen, mit der wir mit Hülfe der dritten Dimension eine »zweidimensionale Schleife« auflösen, ohne deren befestigte Enden anzutasten. Ein gewisser Herr Slade, der mit den Eigenschaften eines spiritistischen Mediums in hohem Grade diejenigen eines geschickten Taschenspielers verband, soll auch einmal in einer Sitzung vor einer Anzahl von berühmten Leipziger Professoren seine Geister dazu vermocht haben, die erwähnte vierdimensionale Knotenlösung zu bewerkstelligen. Wenn ich mich aber recht erinnere, waren dabei auf Seiten der meisten anwesenden Gelehrten berechtigte Zweifel an der legitimen Herkunft des fraglichen Knotens entstanden.

Man sagt: So wie etwaigen zweidimensionalen Wesen, die in einer Ebene existirten, die Oeffnung der Schleife ein Wunder bleiben musste, so ist für uns die Lösung des dreidimensionalen Knotens für immer unverständlich. Aber diese Analogie ist eine durchaus schiefe und unberechtigte. Wenn wir die Schleife durch Herausnehmen aus der

Ebene in die geöffnete Curve überführen, so verschwindet sie theilweise für die Dauer der Procedur aus der Ebene und kann so lange von den angeblichen zweidimensionalen Wesen nicht wahrgenommen werden. Für diese imaginären Flachwesen müsste ein Stück der Schleife für eine Zeit lang ganz aus ihrem Raume verschwinden und dann an einer anderen Stelle in veränderter Form wieder auftauchen. Ganz anders bei den vierdimensionalen Materialisationen der Geister. Da verschwinden die betreffenden Knotentheile u. s. w. nicht für eine Zeit lang aus dem dreidimensionalen Raume, um nachher in verändertem Zustande wieder aufzutauchen, sondern sie müssen während der Arbeit der Geister durch Ueberdecken eines Tuches oder durch Anwendung von Dunkelheit, also ganz nach Taschenspielerart, den Blicken der Zuschauer entzogen werden.

Diese ganze Argumentation von dem Knoten und der Schleife leidet an einer falschen Prämisse. Man sagt: Wir können durch Circumversion in der dritten Dimension eine zweidimensionale Schleife öffnen und zwei congruente aber symmetrische Dreiecke zur Deckung bringen. Das ist einfach nicht wahr. Wir können es nicht. Ist die Schleife als ein Band von unendlich geringer Dicke oder der Dicke 0 gedacht, so liegen an der »Kreuzungs«-Stelle nicht etwa zwei Flächen wie Riemann'sche Spiralen übereinander, sondern ein Theil der Gesammtfläche ist beiden Aesten, wenn man überhaupt ein Recht hat von solchen zu reden, gemeinsam. Selbst wenn es möglich wäre, Flächen als solche durch den Raum zu bewegen, so müsste doch ein Aufheben eines der beiden Aeste mit dem Zerreißen der Schleife gleichbedeutend sein; denn man kann doch nicht gleichzeitig einen Theil aus einer Fläche herausnehmen und denselben Theil auch darin lassen. Ist die Schleife aber nur eine Linie, so handelt es sich an der Ueberschneidungsstelle um einen gemeinsamen Punkt, für welchen dasselbe gilt wie für das gemeinsame Flächenstück der breiten Schleife. Zwar pflegt man in der Mathematik zu sagen, dass bei Berührungen zweiter Ordnung die beiden sich treffenden oder schneidenden Curven nicht einen, sondern drei benachbarte Punkte gemein haben; aber das ist eine dem Princip der Einfachheit dienen sollende ungenaue Ausdrucksweise. Denn »benachbarte Punkte« kann es überhaupt nicht geben. Besteht zwischen zwei Punkten eine Entfernung, so sind sie nicht benachbart. Besteht aber keine Entfernung zwischen

denselben, so sind es nicht zwei Punkte, sondern nur einer. Ein Punkt also verträgt keine Nachbarn, und wenn man ihm welche insinuirt, und wären es eine ganze Million, so verschlingt er sie alle und wird dadurch doch nicht fetter. Es ist demnach klar, die Bewegungen, die man als Circumversion bezeichnet, können nur mit allseitig ausgedehnten körperlichen Dingen, nicht aber mit Linien und Flächen ausgeführt werden. Es wird also in der dritten Dimension umgeklappt nur, was schon ohnehin dreidimensional ist. Wir können eine Schleife in einer Schnur, einem Bande, einem Stricke öffnen, nicht aber eine solche in einer mathematischen Linie. Ja, es gibt überhaupt keine solche zweidimensionale Schleife. Wenn wir in der Ebene von Schleifen sprechen, so tragen wir unberechtigter Weise dreidimensionale Associationen hinein in das, was in Wirklichkeit nur eine Zusammenstellung von Linien und geschlossenen Curven ist. Ebenso können wir symmetrische congruente Dreiecke nur dann durch Umklappen zur Deckung bringen, wenn dieselben als Grenzflächen an körperlichen Dingen auftreten. Es ist wichtig, sich hier darüber klar zu werden, dass man nicht allein solche Bewegungen mit Linien und Flächen nicht ausführen kann; man kann sich dieselben auch bei größtmöglicher Abstraction nicht einmal denken. Ist es aber schon unmöglich, zweidimensionale Gebilde in der dritten Dimension umzukehren oder den Process ihrer Umkehrung zu denken, so kann es auch keinen vernünftigen Sinn haben, diesen Umkehrungsprocess auf eine vierte und weitere Dimensionen auszudehnen.

II. Der psychologische Gesichtspunkt.

Auf psychologischer Grundlage entsteht ein Motiv für die Hypostasirung höherer Dimensionen aus der sehr verbreiteten Annahme, dass der Raum unserer Wahrnehmungen, der Vertheilung und Anordnung der percipirenden Endorgane des Gesichts- und Tastsinnes entsprechend, direct nur zweidimensional sei, während die dritte Dimension das Product eines auf Bewegung und Doppelauge zurückzuführenden Schlussverfahrens bilde. Bei Zöllner, der diese Anschauung adoptirt hat, ist der weitere Gedankengang ungefähr der folgende: Die dritte Dimension, die Tiefe, ist nur erschlossen, construirt, nicht

wirklich gegeben. Sind wir aber befähigt, eine nicht actuell gegebene Dimension über die beiden in der thatsächlichen Erfahrung vorhandenen hinaus, zu construiren, so sollte uns doch eigentlich nichts verhindern können, den Process des Schließens und Construirens noch weiter fortzusetzen und zur Annahme einer vierten, fünften, u. s. f. Dimension zu schreiten. Dieser Schluss ist ganz plausibel und sogar unanfechtbar, so lange kein Zweifel hinsichtlich der Prämissen besteht. Die Prämissen bestehen aus Annahmen, welche die ganze empiristische und ein Theil der nativistischen Schule mit Bezug auf die Theorie des Raumes vertritt. Mit diesen Annahmen steht und fällt also auch der Zöllner'sche Schluss. Ganz so leicht wie Hermann Schubert[1]) sich die Sache denkt, ist das Argument Zöllner's nicht aus dem Felde zu schlagen. In einem Artikel über die vierte Dimension argumentirt Schubert ungefähr wie folgt: Alle körperlichen Processe sind dreidimensional, der photochemische Process in der Retina macht davon keine Ausnahme. Das Retinabild hat wie alle Bilder eine wenn auch geringe Dicke und ist daher keineswegs rein flächenhaft. Nur mittelst einer Abstraction geben wir ihm in unserem Bewusstsein eine verschwindend geringe Dicke. Es ist wohl kaum nothwendig, eine auf so grober materialistischer Verwechselung des psychischen Thatbestandes und der körperlichen Parallelvorgänge beruhende Darstellung zu widerlegen. Selbst wenn wir die Retinavorgänge direct wahrzunehmen vermöchten (wie es ja theilweise bei den entoptischen Erscheinungen und dem Eigenlicht der Netzhaut der Fall ist) und selbst wenn diese Wahrnehmung sich auch auf die Tiefe der betreffenden Processe erstreckte, so bestände zwischen dieser Dreidimensionalität und derjenigen der wahrzunehmenden Objecte der Außenwelt noch gar kein Zusammenhang. Die flächenhafte Natur des Sehfeldes anzuzweifeln hätten wir damit noch kein Recht.

Wir haben also die Frage zu untersuchen, ob die Annahme, dass das direct Gegebene zweidimensional sei, zutrifft oder nicht. Für die reinen Empiristen, nach welchen die ganze Raumanschauung etwas Gewordenes, nicht ursprünglich Gegebenes ist, hat die Frage nicht dieselbe Wichtigkeit wie für die Nativisten. Dennoch aber beansprucht

1) The Monist, vol. III, p. 433 ff.

auch für sie das gewordene Flächenhafte einen höheren Grad von Unmittelbarkeit, oder besser einen geringeren Grad von Mittelbarkeit als die gewordene Tiefe. Wundt's genetische Theorie passt weder in die Schablone des Empirismus noch in die des Nativismus, da auch seine Raumtheorie von dem Grundgedanken seiner Theorie des psychischen Geschehens durchdrungen ist; dem Gedanken nämlich, dass für das psychische Geschehen das Gesetz der Erhaltung der Energie, der Satz von der Aequivalenz von Ursache und Wirkung, nicht gilt. Das psychische Gewordene enthält mehr als das Product der Zusammenwirkung seiner Ursachen. Wie bei allen großen Neuerungen, so passt auch hier das bisherige Schema der Classification nicht mehr. Auf denjenigen Theil des Gewordenen, der sich nicht aus den Bedingungen seines Werdens ableiten lässt, lassen sich die gewohnten Begriffe wie »a priori«, »a posteriori«, »angeboren« und »aus der Erfahrung stammend« nicht mehr anwenden.

Von den Nativisten kommen hier nur diejenigen in Betracht, die nicht drei, sondern nur zwei Dimensionen als ursprünglich gegeben erachten, während sie die dritte empiristisch erklären. Hierher gehören Max Kauffmann und Ebbinghaus, der in seiner Psychologie einem solchen partiellen Nativismus angelegentlich das Wort redet.

Bei dieser Gelegenheit muss ich bemerken, dass mir die Gegenüberstellung von nativistischen und empiristischen Theorien im Grunde genommen nicht recht verständlich erscheint. Erstlich sind die Begriffe »angeboren« und »in der Erfahrung erworben« doch sehr complicirter Natur, und es ist daher nicht ohne weiteres sicher gestellt, dass sie selbst ohne Zuhülfenahme der fertigen räumlichen Anschauung überhaupt eine Bedeutung haben; jedenfalls müssten sie darauf hin erst gründlich untersucht werden. Zweitens aber schließen sich diese Begriffe gar nicht gegenseitig aus; ganz abgesehen davon, dass die nativistische und empiristische Schule sich gegenseitig weitgehende Concessionen machen. Das Angeborene ist doch auch geworden und erworben, wenn das individuelle Bewusstsein überhaupt einen Anfang hat; und das durch die Erfahrung Erworbene muss doch potentiell auch angeboren sein, um überhaupt erfahren werden zu können. Ist beispielsweise die Farbenqualität Roth angeboren oder erworben? Sie ist beides; denn wenn sie potentiell nicht angeboren ist (wie beim Rothgrün-Blinden), dann kann keine Erfahrung sie erzeugen; und

anderseits ist sie erst vorhanden, wenn sie wirklich erlebt wird. Was Raum und Zeit zu universalen Formen der Anschauung macht, ist nicht dass sie vor und außer aller Erfahrung — denn diese Begriffe sind ja selbst nur zeitliche und räumliche Bestimmungen in der Erfahrung — sondern, wie Wundt gezeigt hat, stets und überall mit der Erfahrung gegeben sind.

Ein folgenschwerer Irrthum wird von vielen Vertretern der nativistischen und empiristischen Ansicht begangen, indem sie den Raum unserer Wahrnehmung ganz oder zum Theil aus der räumlichen Anordnung der empfindenden Elemente der Retina und der Haut ableiten, die doch schon den ganzen Raum voraussetzt. Entweder nehmen sie einen objectiven Raum als gegeben an und wollen dann nur die Zuordnung zwischen räumlichen Objecten und räumlicher Wahrnehmung erklären, wozu es denn doch eigentlich keiner erkenntnisstheoretischen und metaphysischen Theorien, sondern lediglich der Geometrie und der psychologischen Optik bedarf. Oder aber sie berufen sich auf Kant's Lehre von der Subjectivität des Raumes und bewegen sich mit ihrer Erklärung im Zirkel.

Wenn man ohne Rücksicht auf die schiefe Unterscheidung des Nativismus und Empirismus das Raumproblem untersucht, so stößt man zuletzt auf drei Grundprobleme:

1. Das metaphysisch-erkenntnisstheoretische Problem, welches die subjective oder objective, die relative oder absolute Natur des Raumes betrifft. Die erste Frage lautet hier: Ist der Raum subjectiv oder können wir etwas von einem objectiven Raume wissen?

2. Das erkenntnisstheoretisch-psychologische Problem der elementaren oder complexen Natur des Raumes, dessen Hauptfrage lautet: Ist der gegebene Raum einfach und daher nicht definirbar und nicht erklärbar, oder lässt er sich aus anderen, nicht räumlichen Bewusstseinselementen ableiten?

3. Das psychologisch-physiologische Problem der Ordnung unserer räumlichen Wahrnehmung: Es lautet in seiner allgemeinsten Form: Welches sind die Thatsachen und Gesetze, die der eindeutigen und widerspruchslosen Zuordnung der räumlichen Wahrnehmungen zu einander und zu den übrigen Bewusstseinsinhalten zu Grunde liegen?

Ueber das erste Problem können wir hier ganz flüchtig hinweggehen. Es muss, soweit es die Wissenschaft angeht, seit Kant als gelöst betrachtet werden. Der Raum ist eine Bewusstseinsthatsache und von einem anderen Raume wissen wir nichts; obgleich wir in dieser Beziehung glauben dürfen was wir wollen, wenn es keinen Widerspruch enthält. Die Dinge der Außenwelt, auch wenn wir sie ganz unabhängig von uns zu denken suchen, sind doch, so weit wir mit Gewissheit Aussagen über sie machen können, nichts als Verknüpfungen von Bewusstseinsthatsachen. Von einem absolut Objectiven, also ohne jegliche Beziehung zum Bewusstsein Bestehenden, können wir nichts wissen; ja wir können es nicht einmal in unserer Phantasie berühren; denn sobald wir es könnten, nähme das Objective ja Theil am Bewusstsein. Es hat daher auch gar keinen Werth, das Wort objectiv in einem anderen Sinne als dem der Wundt'schen Lehre vom Vorstellungsobject zu nehmen, wo unter dem Objectiven, im Gegensatz zu dem anschaulich Subjectiven, das Product einer begrifflichen Abstraction und Construction zu verstehen ist. Von diesem Standpunkte aus ist der Raum unserer Anschauung zugleich subjectiv und objectiv.

Mit Bezug auf das zweite Problem glaube ich allerdings, dass alle Versuche den Raum aus etwas Elementarerem, Unräumlichem, herzuleiten, als verfehlt angesehen werden müssen. Man kann diese Versuche in drei Gruppen einreihen. Zu der ersten Gruppe gehören alle die Theorien, die den Raum auf die »Einheit oder Untheilbarkeit der Seele«, oder eine ähnliche allgemeine Eigenschaft des Bewusstseins zurückzuführen suchen. Solche aus den Tagen der rationalen Psychologie überkommene Ansichten besitzen jedoch heute keinen höheren Werth als etwa der Versuch, die Qualität Grün aus dem Begriffe der Farbe abzuleiten, und bedürfen kaum einer kritischen Widerlegung.

In die zweite Gruppe fallen die Bestrebungen, das Specifische der Raumausdehnung auf »Reihen«, »Bewegung«, »die Zeit« zurückzuführen. Diese Annahmen müssen sich nothwendig im Zirkel bewegen, denn alle diese Begriffe, einerlei ob man dabei überhaupt nicht an Ausdehnung denkt, oder ob sie einen allgemeinen Fall der Ausdehnung repräsentiren sollen, setzen den Raum voraus. Bei Reihen erscheint das zwar auf den ersten Blick am wenigsten plausibel.

Man sagt, es gebe rein zeitliche Reihen. Das muss aber bestritten werden. Denn die Zeit kann nur insofern als ausgedehnt betrachtet werden, als sie nach Analogie des Raumes aufgefasst wird. Es ist nicht richtig, dass die Zeit sich uns als eindimensionales Gebilde präsentirt oder dass wir sie als »eindimensionales Erstrecken« erleben[1]). Die Vergangenheit, so weit sie Gegenstand des Wissens, ist gegenwärtig als Bewusstseinszustand, als ein Theil des Jetzt, das gar keine Zeit ist[2]). Gegeben ist immer nur das Jetzt. So weit die raumpercipirenden Sinne in Frage kommen, besteht dieses Jetzt zu einem Theil aus Vorstellungen mit fester widerspruchsloser räumlicher Localisation, die wir gewöhnlich »wirkliche« Eindrücke, Wahrnehmungen zu nennen pflegen, und anderseits aus Vorstellungen, die zwar ebenso wohl wirklich und unmittelbar gegeben sind, die aber, obgleich räumliche Eigenschaften aufweisend, die Eigenschaft der widerspruchslosen Localisation im Raume nicht besitzen, und die außerdem, obschon das nicht als wesentliches Merkmal gelten kann, oft an Intensität hinter den ersteren zurückstehen. Diese letzteren pflegt man gewöhnlich mit dem Namen Erinnerungsbilder oder reproducirte Vorstellungen zu belegen. Die Vergangenheit und Zukunft sind nur, so weit sie Theile der Gegenwart sind, Wahrnehmung, Wissen, Gewissheit, im Uebrigen aber Sache des Glaubens.

Aber selbst wenn die Zeit ohne Analogie mit dem Raume ein Ausgedehntes wäre, so gäbe es dennoch keine rein zeitlichen Reihen. Der Wechsel der Glieder einer Reihe kann sich bei Ausschluss von Raumverschiedenheiten nur so vollziehen, dass da, wo erst *a* war, nachher *b* sich befindet. Eine successive Reihe von Gesichtseindrücken muss also mindestens irgendwo im Raume localisirt werden, und die Eindrücke müssen räumliche Größe haben. Auch die übrigen Sinnesempfindungen, selbst die Gemeinempfindungen, werden stets, wenn auch schwach und undeutlich räumlich — entweder innerhalb oder außerhalb des eigenen Körpers — localisirt. Und wenn auch einmal ein Gehörseindruck nicht in bestimmte Richtung verlegt werden kann, so wird er doch außerhalb oder innerhalb des Körpers in den umgebenden Raum versetzt.

Die Zeit ist demnach nicht geeignet als allgemeinere Voraussetzung

1) Ebbinghaus, Psychologie 1, S. 428.
2) Vgl. auch Volkmann, Lehrbuch der Psychologie, II, S. 12.

zu dienen, aus der der Raum als weniger elementare Erscheinung abzuleiten wäre. Im Gegentheil, sobald man die Zeit, das Princip oder Schema der Veränderung im Raume, selbst als etwas Ausgedehntes zu betrachten wünscht, so ist dies nur möglich, wenn sie nach Analogie des Raumes aufgefasst wird.

In die dritte Gruppe gehören die Ansichten, die den Raum auf rein intensive oder qualitative Verschiedenheiten zurückführen wollen. Hierher gehören die Localzeichen-Theorien, soweit sie überhaupt nicht nur die Ordnung im Raume, sondern auch den Raum selbst erklären wollen. Auch diese Theorien sind, soweit sie zur Intensität ihre Zuflucht nehmen, als ganz, soweit sie auf die Qualität zurückgehen, aber mindestens als zum Theil verfehlt anzusehen. Wir haben weiter oben schon gesehen, dass rein intensive Unterschiede nur unter gleichzeitiger Annahme extensiver Trennung möglich sind. Damit ist die Reduction des Räumlichen auf rein Intensives ausgeschlossen. Beruht aber das räumliche Nebeneinander auf qualitativen Verschiedenheiten, so ist nicht einzusehen, warum diese qualitativen Verschiedenheiten nicht, wie andere Qualitäts-Unterschiede, wahrgenommen werden als das, was sie sind. Ist es endlich die Verschmelzung dieser qualitativen mit intensiven Elementen, die das Räumliche der Empfindung zur Folge hat oder ausmacht, so bleibt es unerklärlich, warum nicht manchmal auch andere qualitativ-intensive Verschmelzungen, wie z. B. im Gebiete des Gehörsinnes, als räumlich ausgebreitet erscheinen. Es müsste also zu der qualitativen Verschiedenheit, zu der qualitativ-intensiven Verschmelzung noch eine Extra-Eigenschaft hinzutreten, die sie von anderen Qualitäts-Verschiedenheiten oder von anderen Verschmelzungen qualitativ-intensiver Art specifisch verschieden machte. Will man das aber einmal zugeben, dann darf man auch gleich hinzufügen, dass diese specifische Extra-Eigenschaft gerade das eigentlich Räumliche ausmache. Und dann ist die ganze Zurückführung auf Qualität oder Verschmelzung vergeblich gewesen. Jede Art von »localer Färbung«, man möge dieselbe definiren, wie man will, setzt den Raum doch schon voraus. Die Wundt'sche Localzeichentheorie, die, wie wir sehen werden, zur Lösung des dritten Problems Ausgezeichnetes leistet, bedarf daher einer gewissen Modification, um sie auch, von dem hier vertretenen erkenntnisstheoretischen Gesichtspunkte aus betrachtet, hinsichtlich des zweiten Problems unantastbar

zu machen. Man muss zu diesem Zwecke die Bestimmung fallen lassen, dass die specifischen qualitativen Verschiedenheiten, die die locale Färbung ausmachen, ursprünglich unräumlicher Natur seien. Man muss im Gegentheil annehmen, dass diese Qualitätsunterschiede von allen anderen Qualitäts-Verschiedenheiten toto genere verschieden sind. Mit anderen Worten, man muss annehmen, dass die Verschiedenheit zwischen allen anderen Qualitäten einerseits und diesen die Raumvorstellung bedingenden Qualitäten anderseits eine Verschiedenheit höherer Ordnung bilde. Dann aber hindert uns auch nichts, zuzugeben, dass diese ganz specifischen Qualitäten und Qualitätsunterschiede eben gerade das Charakteristische des Räumlichen, der Ausdehnung, sind. Diese ursprünglichen Raumqualitäten haben allerdings nichts von Größe, Entfernung etc. an sich; aber sie sind es gerade, die das Urtheil »dieses Ding ist nicht jenes Ding«, auch wenn sich die beiden Dinge sonst aufs Haar gleichen, möglich macht. So geht auch hier, wie Natorp[1]) sich ausdrückt, die Qualität der Quantität voran.

Mit anderen Worten: Als das Charakteristische der Ausdehnung darf nicht die Größe, die auf der Intensität beruht, angesehen werden, sondern etwas Qualitatives, das sich nicht anders (und auch dann nur unvollkommen) ausdrücken lässt, als durch Sätze wie: Dieses ist nicht das, dieser Ort ist nicht jener Ort, diese Richtung ist nicht jene u. s. w. Der Qualitätsbereich, der von allen anderen Qualitäten, also den Sinnes- und Gefühls-Qualitäten, in höherem Maße und auf andere Weise verschieden ist, als diese untereinander, das ist eben der Raum. Er ist schlechterdings einfach und direct gegeben und kann daher niemals definirt (d. h. beschrieben) oder erklärt (d. h. auf Einfacheres zurückgeführt) werden. Es müssen daher auch alle Versuche, den Raum aus Nichträumlichem abzuleiten, entweder den Stempel der Willkür und des Zirkelschlusses sichtbar auf der Stirn tragen oder aber zu unlösbaren Widersprüchen führen.

Was das dritte Problem, die eindeutige und widerspruchslose Ordnung der räumlichen Wahrnehmungen und Vorstellungen, anbelangt, so ist unzweifelhaft, wie schon oben angedeutet, die Wundtsche Theorie als die ungezwungenste und natürlichste zu betrachten.

1) Natorp, Zu den logischen Grundlagen der neueren Mathematik, III. Arch. f. syst. Philos., VII, S. 373.

Die Theorie der complexen Localzeichen[1]) leistet das denkbar Mögliche und lässt auch hinsichtlich der verwickelteren Fragen des Gesichtssinnes, der binocularen und monocularen[2]) Tiefenwahrnehmung kaum etwas zu wünschen übrig.

Alle Einordnung unserer Wahrnehmungen in den Raum findet statt auf Grund des Zusammenwirkens der ursprünglich gegebenen Ausdehnungsqualitäten mit verschiedenen Systemen intensiver Elemente. Auf Grund der ersteren unterscheiden wir von vornherein Orte, Richtungen; mit Hülfe der letzteren beurtheilen, schätzen oder messen wir Größen und Entfernungen. Die räumliche Unterscheidung ist, wenn ich mich der bisher gebräuchlichen Bezeichnungen bedienen soll, angeboren, a priori; die auf der Vergleichung von Intensitäten beruhende Einordnung nach Größe, Entfernung u. s. w. ist a posterori, in der Erfahrung erworben. Wir haben weiter oben schon gesehen, dass die Ausdrücke »angeboren« und »erworben« erkenntnisstheoretisch unstatthaft sind. Dasselbe muss trotz seiner Gebräuchlichkeit von dem Begriffspaare a priori und a posteriori gesagt werden. Sollen diese Begriffe nicht rein zeitlich genommen werden, so müssen sie unter Bezugnahme auf die Unabhängigkeit und Abhängigkeit von der Erfahrung definirt werden. Die »Erfahrung« aber ist neben der »Realität« der unberechtigtste, vageste und trügerischste Begriff, den die Philosophie aufzuweisen hat, und selbst Kant hat ihn, ohne es zu merken, in verschiedenen Bedeutungen verwandt. Beide Begriffe, »Realität« (Wirklichkeit) und »Erfahrung« müssen entweder in einer, jeder Begründung unfähigen, ganz willkürlichen Weise definirt werden, oder aber sie lassen sich auf alles anwenden, den Widerspruch (der nach meiner Ansicht immer das Product der Lüge ist[3]) ausgenommen. Wollen wir also diese ebenso fragwürdigen wie landläufigen Gebrauchsstücke philosophischer Argumentation umgehen, so ließe sich das Gesagte folgendermaßen fassen: Die Ausdehnung, d. i. das Charakteristische, Qualitative der Raumanschauung ist schlechthin ursprünglich, einfach und unzerlegbar. Die Einordnung der Erlebnisse in den Raum geschieht unter der Zusammenwirkung von Ausdehnung und Größe;

---

1) Wundt, Physiolog. Psychologie, 4. Aufl., II, S. 232 ff.; Logik I. S. 512 ff.

2) Vgl. meine Abhandlung über die Parallaxe des indirecten Sehens. Philos. Stud., IX, S. 447—495.

3) C. E. Rasius, Rechte und Pflichten der Kritik 1898, S. 117 ff.

sie ist complex und der Differenzirung und Entwickelung fähig. (Damit ist natürlich nichts gegen die Apodicticität der die Größen verhältnisse betreffenden mathematischen Theoreme ausgesagt.)

Die von den Vertretern der Herbart'schen Schule in negativem, von Lotze, Wundt und Ebbinghaus aber im positiven Sinne beantwortete Frage, ob das in bewegungsloser Umgebung in absoluter Ruhe befindliche Auge räumlich sehen würde, muss daher im Sinne der letzteren Ansicht entschieden werden. Ein solches Auge hätte zwar keinerlei Veranlassung, Beurtheilungen über Größe und Entfernung anzustellen. Der räumlichen Unterscheidung aber wäre es von vornherein ebenso fähig wie der Unterscheidung von Hell und Dunkel, Roth und Blau. Es könnte von Anfang an wahrnehmen: Dieser Punkt ist nicht jener Punkt; diese Richtung ist eine andere als jene; dieser Punkt oder diese Richtung liegt zwischen jenen Punkten oder Richtungen. Das sind denn auch in der That die letzten Grundthatsachen, von denen die neuesten Behandlungen der Grundlagen der Raumlehre ausgehen[1]).

Die angeregte Frage wird gewöhnlich nur mit Rücksicht auf die flächenhafte Ausdehnung des Gesichts- und Tastfeldes aufgeworfen. Wie steht es nun damit bei Hinzuziehung der dritten Dimension? Diese Frage aber führt uns zu unserem speciellen Probleme zurück, zu der Behauptung Zöllner's, dass die Art und Weise, wie wir zur dritten Dimension gelangen, auch die Annahme einer vierten rechtfertige oder gar fordere.

Die flächenhafte Natur des Gesichtsraumes ist von Max Kauffmann[2]) und neuerdings von Ebbinghaus[3]) betont worden, welcher dabei die zweidimensionale Raumanschauung als etwas Ursprüngliches und Elementares annimmt. Er denkt sich die ursprüngliche Flächenwahrnehmung analog derjenigen, die wir haben, wenn wir in eine durchsichtige Flüssigkeit, in die Finsterniss eines Zimmers, in einen dicken Nebel, gegen den Himmel oder in die Gluth einer großen Flamme blicken[4]). Aber wenn nicht sichtbare Verschiedenheiten,

1) David Hilbert, Grundlagen der Geometrie. Festschrift zur Enthüllung des Gauß-Weber-Denkmals in Göttingen. 1899.

2) Immanente Philosophie. S. 10 ff.

3) Psychologie, I, S. 440.

4) Ebenda, S. 428.

kleine Helligkeits- oder Qualitätsunterschiede, im Falle des dunklen Schachtes oder Zimmers z. B. durch die am Rande sich allmählich verlierende Helligkeit der Wände hervorgerufen, auf eine Tiefe hinweisen, so sind diese Eindrücke doch von anderen zweidimensionalen nicht verschieden. Die Gluth wird als helle orangegelbe Fläche, der Nebel als graue und der Schacht als schwarzer Fleck gesehen. Der annähernd lichtlose Schacht ist wohl viel »schwärzer« als ein gemalter, der ja doch besten Falles nur dunkelgrau ist und noch die Schatten auf sich erkennen lässt[1]), aber er erscheint, wenn man das, was man thatsächlich wahrnimmt, nicht fälschlich durch das, was man zu wissen glaubt, corrigirt, rein flächenhaft. Ich habe mich davon einmal durch ein Scherzexperiment überzeugt, das ich bei Gelegenheit einer jener Festlichkeiten, wie wir sie jeden Winter einmal in der Universität zu Toronto abzuhalten pflegen, anstellte. Da sich unter den Gästen auch eine Anzahl Künstler befanden, so hatte ich eine Reihe von Helligkeitsstufen der farblosen Empfindungsreihe ausgestellt; sie bestand mit zwei Ausnahmen aus Pigmentpapieren, vom besten Weiß beginnend. Das drittletzte Glied war ein gutes schwarzes Papier, das vorletzte schwarzer Sammt, und das letzte war eine Oeffnung in einen ganz dunklen Raum. Diese Oeffnung unterschied sich ebenso gut von dem schwarzen Sammt, wie der letztere von dem schwarzen Papier. In einer darüber angebrachten Inschrift war auf die Wiedergabe dieser Intensitätsreihe in ihren richtigen Helligkeitsverhältnissen mittelst Wasserfarben auf Papier oder Oelfarben auf Leinwand eine Belohnung von 100000 Dollars ausgesetzt. Bei weitem der größte Theil der Beschauer verstand das Problem überhaupt nicht. Sie hielten die Oeffnung für ein gutes schwarzes Pigment, was sich in der Malerei ebenso gut wiedergeben lassen müsse wie die anderen. Viele aber, die die dunkle Oeffnung für »besseren« Sammt oder dergl. hielten, zogen die Hand erschreckt zurück, wenn sie bei dem Versuche, die vermeintliche schwarze Fläche zu berühren, keinen Widerstand trafen. Niemand aber sah ohne weitere Untersuchung durch den Tastsinn, dass es sich um eine Oeffnung in einen leeren Raum handelte.

---

1) Vgl. meine Arbeit über die ästhetische Bedeutung des Helligkeits- und Farbencontrastes. Philos. Stud. VII, S. 362 ff.

Wenn wir in eine durchsichtige Flüssigkeit oder einen Nebel blicken, so sehen wir entweder die Unregelmäßigkeiten, die Abweichungen von der Homogenität (beim Nebel in der ganzen Masse, beim durchsichtigen Medium vielleicht nur an der diesseitigen und jenseitigen Grenzfläche) oder wir sehen eine homogene Fläche. Hering hat darin ganz recht, dass in solchen Fällen meist genügende Andeutungen bestimmter Tiefen nicht gänzlich fehlen. Aber selbst wenn sie fehlen, so sehen wir hier wie bei jeder anderen Fläche, nicht etwa eine Fläche in »gar keiner« Entfernung, sondern eine solche in »unbestimmter« Entfernung.

Man lege sich doch einmal die Frage in dieser Form vor: Kann man überhaupt eine Fläche wahrnehmen, ohne sie in irgend eine, wenn auch ganz unbestimmte, Entfernung zu verlegen? Gesetzt der ursprünglich gegebene Raum des Gesichtssinnes sei eine Fläche. Es müsste natürlich eine Ebene sein, denn eine gekrümmte oder anderswie unebene Fläche setzt von vornherein die Tiefendimension voraus; eventuell ließe sich auch eine unendliche Kugelfläche noch acceptiren. Dann müssten sich alle Dinge der Wahrnehmung, auch der eigene Körper in dieser Fläche befinden. Obgleich man nun nicht sagen kann, dass wir das Ich im Raume localisiren, so geben wir doch dem jeweiligen Beobachtungsstandpunkt einen ganz bestimmten Platz im Raum. Bei monocularem Sehen verlegen wir ihn in einen Punkt der Augenaxe und beim binocularen in einen hinter der Mitte der die Mittelpunkte der Augen verbindenden Geraden. Wäre uns der Gesichtsraum nun ursprünglich als Fläche in »gar keiner« Entfernung gegeben, so müsste auch unser Beobachtungsstandpunkt nothwendiger Weise in dieser Fläche liegen. Denn wäre er außerhalb, so wäre uns ja von vornherein außer der Fläche noch anderes Räumliche gegeben. Es ist aber leicht einzusehen, dass wir von einem Beobachtungsstandpunkte in der Fläche überhaupt keine Flächen mehr wahrnehmen könnten, sondern nur noch Flächengrenzen, Linien. Wir müssten dann schließen, dass uns nicht einmal Flächen, zweidimensionale Gebilde, wirklich gegeben wären, sondern nur eindimensionale, Linien. Dann wäre also schon die zweite Dimension erschlossen, construirt; und es ist klar, dass wir selbst hierbei nicht stehen bleiben könnten; es müsste vielmehr auch der letzten Dimension des Raumes noch an den Kragen gehen, so dass überhaupt keine

mehr übrig bliebe und das wirklich Gegebene, der Raum, wie bei Cartesius die Seele, auf einen mathematischen Punkt zusammenschrumpfte.

Auch bei der Wahrnehmung einer Fläche gilt die Wundt'sche Lehre vom Vorstellungsobject, wonach die Zerlegung von Subject und Object ein Product nachträglicher Abstraction ist. In dem Augenblicke, wo ich eine Fläche wahrnehme, bin ich die wahrgenommene Fläche. Aber ich bin nicht nur die wahrgenommene Fläche, sondern auch außerdem noch vieles andere. Wenn nun das Andere, das ich gleichzeitig erlebe oder bin, sich nicht auch in jener Fläche befindet, so habe ich doch sofort mehr als einen zweidimensionalen Raum. Man sagt, der Mensch habe in seiner ersten Kindheit noch keine Tiefenvorstellung, denn das Kind greife nach dem Mond wie nach dem Apfel. Das beweist aber doch nur, dass noch keine messende Einordnung in der Tiefenrichtung stattfindet, nicht aber, dass diese letztere überhaupt nicht vorhanden ist.

Es ist vollständig richtig, dass unsere Licht- und Farbenempfindungen flächenhafter Natur sind. Aber die Wahrnehmung einer Fläche ist nur im allseitig ausgedehnten Raume möglich. Jede gesehene Fläche ist nur die (auf der von uns abgewendeten Seite befindliche) Grenze eines wahrgenommenen allseitig ausgedehnten Raumtheiles. Selbst unsere Erinnerungsbilder sind davon nicht ausgenommen. Trotzdem sie keine definitive Localisirung im Gesichtsfelde haben, so besitzen sie doch sowohl Ausdehnung wie Größe und werden stets in, wenn auch oft unbestimmte Entfernungen verlegt. Die dritte Dimension, wenn wir uns vorläufig dieser gebräuchlichen Ausdrucksweise bedienen, ist daher nicht erschlossen, construirt, sondern sie ist in jeder Flächenvorstellung unmittelbar vorhanden, auch wenn sie nicht der Gegenstand der Aufmerksamkeit und messenden Beurtheilung ist. Jede räumliche Wahrnehmung setzt »die dritte Dimension«, d. i. allseitige Ausdehnung voraus.

Wir haben im Vorstehenden gezeigt, dass die Voraussetzung Zöllner's, dass die dritte Dimension bereits das Product eines Schlussverfahrens sei, unhaltbar ist. Damit wird denn auch sein Schluss auf die Berechtigung der Annahme einer vierten Dimension hinfällig.

III. Der naturwissenschaftliche Gesichtspunkt.

In einem linearen Systeme kann jedes Gebilde unter Annahme des Princips der Relativität der Größe und der freien Beweglichkeit innerhalb des Systems in jedes andere Gebilde übergeführt werden. Aber nur so lange als man die Bewegung nur als Mittel der Transformation benutzt. Sobald man aber die Bewegung auch zur inneren Eigenschaft der Gebilde selbst macht, theilt sich jede Strecke in zwei antagonistische Richtungen, die sich gegenseitig aufheben, und die man willkürlich als rechte und linke oder positive und negative bezeichnen kann. Man kann eine rechte oder positive Strecke durch kein Verschieben innerhalb des Systems in eine linke oder negative verwandeln.

In der Ebene sind alle linearen Strecken und Bewegungsrichtungen in einander überführbar. Ueberdies werden die Richtungsunterschiede (Winkel) durch die Anwendung des Princips der Relativität der Größe nicht geändert. Dagegen gilt für Winkelbewegungen im zweidimensionalen System dasselbe, was für lineare Bewegungen im eindimensionalen gilt. Jeder Winkel kann in zwei verschiedenen Circularrichtungen durchlaufen werden, von rechts nach links und umgekehrt. Diese entgegengesetzten Circularbewegungen sind nun durch Verschieben in der Ebene nicht in einander überzuführen.

In einem linearen System gibt es keine Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit von Gebilden, wohl aber Congruenz, d. i. Gleichheit in allen Stücken, ausgenommen dem Orte des Raumes. In einem zweidimensionalen oder ebenen Systeme heißen Gebilde ähnlich, wenn alle homologen Winkelbeziehungen gleich sind, congruent, wenn sowohl alle Winkel wie alle linearen Größen bezüglich gleich sind. Die Aehnlichkeit und Congruenz aber ist entweder eine directe oder eine symmetrische. Direct congruente Gebilde können durch einfaches Verschieben in der Ebene, direct ähnliche durch Verschiebung und Anwendung des Princips der Relativität der Größen — d. i. also durch entsprechende Vergrößerung oder Verkleinerung aller linearen Maße — in einander übergeführt werden. Symmetrisch ähnliche und symmetrisch congruente Gebilde können ohne aus der Ebene herauszugehen nicht in einander übergeführt werden.

Im Raume sind alle linearen Gebilde und Bewegungen und ferner

Circularbewegungen der Ebene in einander überführbar. Ebenso können alle ähnlichen und congruenten Figuren der Ebene (die ähnlichen natürlich nur unter Aenderung des Maßstabes), einerlei ob direct oder symmetrisch ähnlich oder congruent, in einander übergeführt werden. Es gibt aber auch im Vollkörperlichen neben der directen eine symmetrische Congruenz und Aehnlichkeit. Zwei Körper können in allen ihren Theilen, in allen geraden oder krummen Flächen, Kanten und Ecken der Gestalt und dem Maß nach genau übereinstimmen und dennoch eine räumliche Ungleichheit übrig lassen, die sich nicht definiren lässt und die man nicht anders als willkürlich durch Ausdrücke wie rechts und links, positiv und negativ u. s. w., bezeichnen kann. Schon Kant hat in seinen Darlegungen über die Raumanschauung die erkenntnisstheoretische Wichtigkeit dieser Thatsache erkannt. Es müssen übrigens nicht nothwendiger Weise »Körper«, d. h. allseitig abgeschlossene Raumgebilde sein; auch bei gekrümmten oder gebrochenen Flächen gibt es solche symmetrische Congruenz. Wenn man beispielsweise ein unregelmäßiges sphärisches Dreieck auf die Fläche irgend eines durch die Kugel gelegten größten Kreises projicirt und die Projectionslothe verlängert, bis sie die Kugeloberfläche auf der anderen Seite treffen, so ist das dort markirte Dreieck symmetrisch congruent mit dem ursprünglichen. So verhalten sich auch die rechte und linke Hälfte des menschlichen Körpers, ein rechter und ein linker Schuh oder Handschuh, rechtsdrehende und linksdrehende Schraubengewinde, unsymmetrische Gegenstände und ihre Bilder im ebenen Spiegel u. s. w. Solche symmetrisch congruente Gestalten können nun durch keine Verschiebung im Raume in einander übergeführt werden, das heißt, es gibt kein Mittel, das eine von zwei solchen congruenten Gebilden so an den von dem anderen verlassenen Ort zu bringen, dass es dessen Stelle ausfüllt. Man mag eine rechtsdrehende Schraube drehen und wenden wie man will, man kann keine linksdrehende daraus machen. Nun ist dies ja auch gar nicht nöthig und die Welt verliert nicht viel daran, dass man nicht rechte Handschuhe und rechte Schrauben aus linken machen kann. Es gibt ja so viele Dinge, die wir einfach hinnehmen müssen, ohne sie unserem Willen beugen zu können. Wenn man nun die Theorie aufstellt, dass man mit Hülfe einer vierten Dimension auch die Ueberführung symmetrisch congruenter Körper vollziehen könnte, so hat

diese Theorie vorerst nicht mehr Werth als die Versicherung, dass man mit dem Stein der Weisen Kupfer in Gold verwandeln könne. Ueberdies sind ja Gegenstände wie rechte und linke Handschuhe, rechtsdrehende und linksdrehende Schrauben nur annähernd congruent. Auch kann man schließlich eine rechte Schraube einschmelzen und eine linke daraus gießen. Also die bloße geometrische Möglichkeit der Körper von symmetrischer Congruenz und selbst das Vorkommen wirklicher Gegenstände von solchen Formen sollte an und für sich noch keine Veranlassung zur Annahme einer vierten Dimension bilden. Ganz anders aber, wenn wir uns einer Thatsache gegenüber befinden, die uns vor die Alternative stellt, entweder eine derartige Annahme machen oder zugestehen zu müssen, dass die unser Erkennen der Natur und ihrer Gesetze ausmachende wissenschaftliche Verknüpfung der Thatsachen, die doch dem Ideal der Widerspruchslosigkeit zustreben soll, eine unüberbrückbare Lücke aufweist. Vor einer solchen Thatsache aber stehen wir, wenn wir in der Natur Körper vorfinden, die nicht bloß in ihrer äußeren Gestalt jene symmetrisch congruenten, nicht in einander überführbaren Formen aufweisen, sondern die auch innerlich in ihrer molecularen Structur, wie sich dies hauptsächlich durch ihr optisches und chemisches Verhalten offenbart, dieselbe grundlegende Verschiedenheit zeigen. Solche Körper liegen vor in den enantiomorphen Krystallen.

Die Enantiomorphie ist nichts anderes als die weiter oben erörterte Unüberführbarkeit symmetrisch congruenter räumlicher Gestalten. Bei Substanzen, die in einem Krystallsystem von mehr oder minder großer Symmetrie krystallisiren, kommt es vor, dass von allen möglichen Flächen einer Form nur die Hälfte oder ein Viertel ausgebildet sind. Man spricht daher von Hemiedrie und Tetartoedrie. Wenn von einem Paare hemiedrischer oder tetartoedrischer Krystalle jedes einzelne keine Symmetrieebene mehr besitzt, obgleich es dem anderen symmetrisch congruent ist, dann sind die beiden Krystalle enantiomorph. In solchem Falle spricht man von enantiomorpher Hemiedrie und Tetartoedrie.

Im regulären System liefert z. B. die plagiedrische Hemiedrie und die aus der Combination von plagiedrischer und dodekaedrischer Hemiedrie hervorgehende Tetartoedrie enantiomorphe Gebilde. Im hexagonalen System ist die trapezoedrische Tetartoedrie, in welcher Quarz, Zinn-

ober und einige unterschwefligsaure Alkalien und alkalische Erdmetalle krystallisiren, enantiomorph. Im tetragonalen System liefert die trapezoedrische und im rhombischen die sphenoidische Hemiedrie enantiomorphe Gestalten. Als Beispiele für die trapezoedrische Hemiedrie in tetragonalem System sei das schwefelsaure Strychnin und das schwefelsaure Aethylendiamin erwähnt, und als solches für die sphenoidische Hemiedrie des rhombischen Systems der Zinkvitriol und die meisten weinsteinsauren Salze[1]).

Der enantiomorphe Charakter eines Krystalls ist häufig nicht aus seiner äußeren Gestalt zu erkennen und zwar nicht bloß deshalb, weil er etwa nur in Bruchstücken oder schlecht ausgebildeten Individuen vorliegt, sondern weil die holoedrische Form äußerlich mehr oder minder vollkommen erhalten ist. Das eben erwähnte schwefelsaure Aethylendiamin z. B. zeigt ganz holoedrisch erscheinende Formen, trotzdem sich die Krystalle bei optischer Untersuchung scharf in rechte und linke scheiden. Bei den Krystallen des Bergkrystalls, Amethystes und Rauchquarzes gibt sich der tetartoedrisch enantiomorphe Charakter oft nur durch leichte Andeutung der Flächen des trigonalen Trapezoeders oder der trigonalen Pyramide zu erkennen; zuweilen aber fehlt auch jedes äußere Anzeichen.

Bei isotropen und optisch einaxigen Krystallen verräth sich die Enantiomorphie bei optischer Untersuchung durch die Circularpolarisation (Rotations-Polarisation). Auch bei optisch zweiaxigen Mineralien, wo der Nachweis der Circularpolarisation ausgeschlossen ist, documentirt sich der enantiomorphe Charakter häufig dadurch, dass die Substanzen in Lösungen die Polarisationsebene drehen. Während Rohrzucker, Campher und Weinsäure nur in Lösungen, Kieselsäure (Quarz) nur in krystallisirtem Zustande die Eigenschaft der Circularpolarisation erkennen lassen, zeigen andere Substanzen, wie z. B. das schwefelsaure Strychnin das Drehungsvermögen sowohl im festen wie im gelösten Zustande. Terpentinöl (das aus Pinus abies und Pinus picea gewonnene ist linksdrehend, das aus anderen Pinus-Arten [Pinus silvestris, Pinus austriaca und Pinus strobus] erhaltene ist rechtsdrehend) besitzt das Drehungsvermögen, wie Biot zuerst nachwies, sogar in allen drei Aggregatzuständen.

1) Vgl. Groth, Physikalische Krystallographie, sowie Liebisch, Geometrische Krystallographie 1888, und Liebisch, Physikalische Krystallographie, 1891.

Ein rechtsdrehender Krystall bleibt unter allen Umständen rechtsdrehend, man mag einen Schliff, von welcher Richtung man will, anwenden, und in einer drehenden Flüssigkeit lässt sich, ohne Anwendung chemischer Veränderung, das Drehungsvermögen weder aufheben noch umkehren. Es ist bekannt, dass durch Anwendung von Druck- und Temperaturänderung nicht nur die Gestalt (Kantenwinkel), die Elasticität und die elektrischen Eigenschaften der Krystalle, sondern auch ihre optische Beschaffenheit geändert wird. Die Richtung des Drehungsvermögens wird durch diese Agentien nicht geändert. Durch Druck können amorphe und einfach brechende krystallinische Substanzen doppelbrechend werden. Comprimirter Quarz verändert durch den Druck den Grad seiner Doppelbrechung und wird sogar optisch zweiaxig; aber seine Circularpolarisation ändert er nicht. Durch starke Temperaturerhöhung wird zwar, wie dies ja bei der gleichzeitigen Gestalts- und Elasticitätsänderung kaum anders zu erwarten ist, das Drehungsvermögen in geringfügigem Grade verstärkt oder vermindert. Aber die Richtung desselben wird nicht umgekehrt, und aufgehoben wird das Drehungsvermögen höchstens, wenn der Körper in einen anderen Aggregatzustand übergeht.

Die beiden Modificationen derselben Substanz, die rechtsdrehende und die linksdrehende, auch wenn sie aus derselben gemeinsamen, kein Drehungsvermögen besitzenden Lösung herauskrystallisirten, zeigen in ihrem chemischen Verhalten oft erhebliche Abweichungen; und die Mischung beider ist zuweilen im Stande, andere Verbindungen einzugehen als jede von ihnen einzeln, obgleich die quantitative Analyse auch nicht den geringsten Unterschied nachzuweisen vermag. Wäre die Verschiedenheit der enantiomorphen Krystalle nur eine rein äußerliche, die Gestalt betreffende, so wäre der Erscheinung keine besondere Wichtigkeit beizumessen. Die Thatsache der Circularpolarisation und die Abweichung im chemischen Verhalten aber zeigt, dass bei diesen Substanzen der ganze innere Bau für das rechte und linke Individuum, für die rechtsdrehende und linksdrehende Lösung, von Grund aus verschieden sein muss. Man nimmt allgemein an, dass auch in festen und flüssigen Körpern die kleinsten Theilchen in fortwährender oscillatorischer Bewegung irgend einer Art begriffen sind. Bei enantiomorphen Substanzen muss nun diese Molecularbewegung in rechts- und linksdrehenden Individuen ebenso verschieden sein wie ihre äußere

Gestalt. Ob es wirklich die chemischen Moleküle und Atome oder die nach den neueren Theorien anzunehmenden viel kleineren Theilchen der Moleküle und Atome sind, die die Bewegungen ausführen, das bleibt sich schließlich gleich. Die Bewegungen in der rechtsdrehenden Substanz sind symmetrisch congruent, enantiomorph, zu denen der linksdrehenden und beide können nicht in einander übergeführt werden.

Das Vorkommen dieser enantiomorphen Elementarbewegungen ist keineswegs von beschränkter Verbreitung. Der Quarz ist sicher eins der verbreitetsten gesteinbildenden Mineralien, wenn nicht gar das häufigste, und ist mit verschwindenden Ausnahmen immer hexagonal-tetartoedrisch-enantiomorph. In der organischen Natur zeigen viele Verbindungen das Drehungsvermögen, so z. B. fast alle ätherischen Oele, deren es eine so große Mannigfaltigkeit gibt. Von einigen drehenden Substanzen haben wir nur eine der beiden Varietäten, wie beim Citronenöl, beim Rohr- und Traubenzucker, die stets rechtsdrehend, und beim Nicotin, Chinin und Amygdalin, die immer linksdrehend sind. Vielleicht geht die Bedeutung der Enantiomorphie weit über das jetzt Bekannte hinaus; sie mag vielfach existiren, wo uns die Mittel fehlen, sie nachzuweisen. Wir haben uns aus ästhetischen und didactischen Gründen gewöhnt, überall die geometrisch einfachsten, die regulärsten und symmetrischsten Krystalle voranzusetzen. Aber sie sind in der Natur nicht nothwendig das Primäre, das Einfachste. Gewisse Erscheinungen sprechen in der That für die Annahme, dass als das Elementarste in der Krystallwelt die asymmetrischen Formen aufzufassen sind. (Eine im Trachyt, Diabas und Andesit, ganz selten auch in porphyrischem Gestein vorkommende Quarzart, der Tridymit, ist nur bei einer Temperatur von über 300 Grad wirklich hexagonal, sonst triklin.) Von dem monoklinen System aufwärts haben wir überhaupt mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die Holoeder auch da, wo wir überhaupt nichts davon bemerken und nachweisen können, Combinationen von minder symmetrischen Formen und schließlich von sich gegenseitig neutralisirenden enantiomorphen Antagonisten sind. Wir ständen dann vor einer Welt von Gegensätzen nicht des Lichtes und der Finsterniss, der Attraction und Repulsion, des Positiven und Negativen, sondern des Rechts und Links. Wie dem auch sei, so viel ist gewiss: Es gibt in der Natur Körper, Substanzen, die bei aller sonstigen Uebereinstimmung

doch die grundlegende Verschiedenheit aufweisen, dass die in ihnen vor sich gehenden Bewegungen der Elementartheilchen jenen nicht definirbaren Charakter des Rechten und Linken besitzen, und somit die Bewegungen der einen Art nicht in die der anderen Art übergeführt werden können.

Aus der Annahme dieser Thatsache ergeben sich aber für unsere gegenwärtige naturwissenschaftliche Weltanschauung recht bedenkliche Consequenzen. Nach dem Gesetz der Erhaltung der Quantität der Bewegung sind alle Vorgänge in der Natur (wobei natürlich von Bewusstseins-Vorgängen abgesehen werden muss) Bewegungen im Raum. Nun soll aber jede Bewegung die Wirkung von vorausgehenden und die Ursache von folgenden Bewegungen sein. Wir haben es also nirgends mit der freien Entstehung oder der unabhängigen Existenz von Bewegungen, sondern überall mit der Transformation von Bewegung zu thun. Wenn für unsere Wahrnehmung Bewegungen aufhören, so ist das nur scheinbar; in Wirklichkeit werden sie in uns direct unerkennbare Molecularbewegungen umgesetzt. Diese Umformungen müssen eine endlose Kette causal verbundener Bewegungsvorgänge darstellen. Jeder Naturvorgang muss ein Glied dieser Kette sein. Jede unabhängige Bewegung, die also nicht ursächlich mit den vorangehenden und folgenden verkettet wäre, müsste als ein Wunder, als eine Durchbrechung des Gesetzes betrachtet werden.

Nun aber erhebt sich die Frage: Können enantiomorphe Bewegungen in ursächlichem Zusammenhang stehen? Bezüglich der Raumerfüllung sind zwei Fälle möglich: entweder füllt das sich Bewegende den Raum völlig aus, oder es thut dies nicht. Nun ist aber leicht ersichtlich, dass in einem materiellen Continuum enantiomorphe Bewegungen überhaupt nicht möglich sind. Nehmen wir beispielsweise an, dass ein Theil des allen Raum erfüllenden »Stoffes« in einer nicht in einer Ebene vor sich gehenden rechtsdrehenden Spiralbewegung begriffen sei, so ist klar, dass nur solche Theile, die in einer Drehung im selben Sinne, also in einer in die erstere überführbaren Bewegung begriffen sind, in den durch die erstere Bewegung geschaffenen leeren Raum ausfüllend nachrücken können. Findet daher irgendwo im Continuum eine Spiralbewegung in zu der erstgenannten enantiomorphem Sinne statt, so muss irgendwo eine Lücke, ein leerer Raum entstehen, und damit wäre das Continuum durch-

brochen. Soll das Bewegte den Raum vollständig ausfüllen, so sind demnach enantiomorphe Bewegungen überhaupt nicht möglich, ohne ein Loch in das Continuum zu reißen.

Aber auch bei nicht völlig ausgefülltem Raum, bei Annahme irgend einer atomistisch-kinetischen oder dynamischen Theorie führt die Enantiomorphie zu Widersprüchen, sobald man sich nicht darauf beschränkt, die Thatsache jener Bewegungen anzuerkennen, sondern sie auch in den allgemeinen causalen Zusammenhang einreihen will Auch bei der Annahme einer den Raum nicht erfüllenden Materie verlangt das Gesetz der Aequivalenz, dass zwischen Ursache und Wirkung Gleichartigkeit besteht. Das heißt, der Causalnexus erstreckt sich nur auf die Quantitäten solcher Eigenschaften von Ursache und Wirkung, die etwas Gemeinsames, Commensurabeles haben. Was qualitativ verschieden ist, kann in keine Causalverbindung eintreten. Darum steht ja alles Psychische außerhalb der mechanischen Causalreihe, und darum können wir die Sinnesqualitäten nicht aus den Eigenschaften der physischen Reize erschließen oder berechnen. Auch Bewegungen, welche im Causalzusammenhang stehen, müssen qualitativ gleichartig und daher direct oder indirect in einander überführbar sein. Eine einzige große Ortsveränderung kann die Ursache einer großen Summe von kleinen mit den Sinnen vielleicht nicht mehr wahrzunehmenden Molecularbewegungen sein, und umgekehrt, aber es muss zwischen diesen und jenen qualitative Gleichartigkeit herrschen. Tritt in der Wirkung eine neue mit der Ursache incommensurable oder unvergleichbare Erscheinung auf, so ist die Ursache eben unfähig, diesen neuen Effect zu erklären. Zwischen Bewegungen irgend welcher Art, so lange sie unter Anwendung des Princips der Relativität der Größe durch Auftheilung und Verschiebung in einander übergeführt werden können, besteht ein solches Verhältniss der Unvergleichbarkeit nicht. Sobald aber die Bewegungen enantiomorph sind, liegt bei aller Gleichheit der Größen- und Raum-Verhältnisse eine solche endgültige und nicht zu überbrückende Ungleichheit vor; denn das Rechts und Links ist ein rein qualitativer, ursprünglicher und unzerlegbarer Unterschied, der sich weder beschreiben noch definiren lässt. Es folgt demnach, dass zwischen enantiomorphen Bewegungen eine einfache causale Verknüpfung nicht bestehen kann. Eine Bewegung kann nicht die Ursache einer zu

ihr enantiomorphen Bewegung sein. Sie mag Mitbedingung und ihr quantitativ äquivalent sein; aber sie kann nicht die Ursache jener veränderten Raumqualität sein.

Es ist ebenso unmöglich anzunehmen, dass zwei enantiomorphe Bewegungen derselben Ursache entsprängen. Man könnte sagen: Die beiden Fälle, die rechte und die linke Modification haben gleiche Chancen, und es ist der reine Zufall, ob der eine oder der andere Fall eintritt. Damit aber hätten wir zwei in der modernen Mechanik unzulässige Begriffe eingeführt, nämlich den des Zufalls und den der Ursache, die verschiedene Wirkungen hervorbringen kann. Wollen wir dies vermeiden, so müssen wir neben der Hauptursache noch für jede der beiden Modificationen eine Specialbedingung annehmen, und diese Specialursachen müssen dann nach dem oben Erörterten selbst enantiomorph sein. Und dann haben wir das Problem nur ein Stockwerk höher hinaufgetragen. Wir sehen also: Enantiomorphe Bewegungen können, soweit es ihre nicht in einander überführbaren Eigenschaften anbelangt, weder in dem Verhältniss von Ursache und Wirkung zu einander stehen, noch lassen sie sich aus einer gemeinsamen Ursache herleiten.

Mit dieser Erkenntniss aber ist der Grund, auf welchem unsere moderne Naturanschauung aufgebaut ist, nämlich das Gesetz von dem einheitlichen Zusammenhang aller Naturvorgänge (uniformity of nature) stark erschüttert. Fehlt zwischen enantiomorphen Vorgängen der causale Zusammenhang, so haben wir nicht länger eine einheitliche und eindeutige Verknüpfung aller Bewegungsthatsachen, sondern die enantiomorphen Erscheinungen stehen sich, trotz ihrer sonstigen Gleichheit, wie zwei Welten gegenüber, die sich durchkreuzen, aber von einander unabhängig sind. Da die rechtsdrehenden Bewegungen nicht von linksdrehenden verursacht sein können, und umgekehrt, so müssen wir entweder annehmen, dass beide von Uranfang an neben einander bestehen, oder aber dass die Verschiedenheit das Resultat eines auf der Basis der Naturcausalität nicht zu erklärenden, jeweiligen Eingriffs unbekannter Gewalten ist. Im ersteren Falle könnte man sich die Materie aus zwei antagonistischen Systemen Helmholtz-scher oder Lord Kelvin'scher Wirbelatome zusammengesetzt denken, das eine aus rechten, das andere aus linken bestehend. In Substanzen ohne Drehungsvermögen sind sie im Gleichgewicht. In den drehen-

den Substanzen ist die eine Art ausschließlich vorhanden oder vorherrschend. Zieht man die zweite Version vor, so lässt man den Causalzusammenhang durch mystische Gewalten durchbrechen, und es ändert gar nichts an der Sachlage, wenn man diese Gewalten gleich den enantiomorpher Bewegungen fähigen Atomen zuschreibt und diese so zu einer Art Dämonen macht. Das ist nicht mehr absurd als die neueste Modification der Wirbeltheorie, wonach die Wirbelatome die Fähigkeit besitzen, um sich herum eine materielle Atmosphäre zu »schaffen« oder eine solche zu »vernichten« (die Theorie der »Sources and Sinks«). Nur meine ich, wäre es in diesem Falle viel einfacher und ungezwungener, die Schöpferkraft in einer Hand zu lassen und an den guten alten »lieben Gott« zu appelliren, anstatt Myriaden von Dämönchen oder mikroskopischen Götterchen anzunehmen[1]).

Es bleibt noch ein Einwand zu entkräften. Man könnte sagen: Die Enantiomorphie braucht eben so wenig causal-mechanisch erklärt zu werden wie die Qualität Roth oder das Gefühl der Unlust oder irgend eine andere psychische Thatsache. Dies ist aber ein Irrthum. Die psychischen Qualitäten stehen ganz außerhalb der mechanischen Causalreihe; sie sind vom mechanischen Standpunkte aus eine reine Gratisbeigabe der physischen Processe. Ob ich die Wellenlänge 560 $\mu\mu$ als Roth, als Gelb oder als farblos wahrnehme, das ändert an den Betrachtungen der physikalischen Optik absolut nichts. Die Enantiomorphie dagegen steht selbst mitten in der Reihe des mechanischen Geschehens. Sie ist eine Bewegungsthatsache. Die Unüberführbarkeit der enantiomorphen Bewegungen ist nicht weniger physisch und nicht mehr psychisch als die Bewegung überhaupt.

Es gibt aber noch einen bequemen Ausweg aus allen diesen Schwierigkeiten, ein Mittel, die einheitliche Causalität der Natur zu retten. Man braucht ja nur anzunehmen, dass die Natur in »Wirklichkeit« vier- oder mehrdimensional sei, dass uns in unserer Beschränktheit aber nur drei Dimensionen »gegeben« seien, und dass es in der vierdimensionalen Welt noch viele Dinge und Verhältnisse

1) Ich bin in der That überzeugt, dass sich in jedem Naturvorgang (auch ganz abgesehen von der Enantiomorphie) ein Element nachweisen lässt, das nicht causal bedingt und abhängig ist, sondern das sich nur aus dem Walten einer außerhalb aller Causalität stehenden »Freiheit« erklären lässt.

gebe, von denen sich unsere dreidimensionale Schulweisheit nichts träumen lässt. Die enantiomorphen Gestalten und Bewegungen sind dann zwar in unserer beschränkten dreidimensionalen Erscheinungswelt, über die wir nicht hinaus können, nicht in einander überführbar, wohl aber sind sie es in der uns verschlossenen vierdimensionalen »Wirklichkeit«. In der vierten Dimension brauchen wir eine asymmetrische räumliche Figur oder Bewegung nur herumzuwenden, umzuklappen, wie wir in der dritten eine ebene asymmetrische Figur oder Bewegung herumdrehen, und man hat die entgegengesetzte, zu ihr enantiomorphe.

Lotze[1]) war der Ansicht, dass die fingirten, nur einer flächenhaften (sei es eine Ebene oder sphärische Fläche) Raumanschauung fähigen Wesen dennoch aus den ihnen in ihrem Raume begegnenden Widersprüchen auf eine weitere Dimension schließen müssten, während für uns jede Veranlassung zu einem ähnlichen Schlusse fehle, da für uns keine solchen Widersprüche und anderswie unerklärlichen Erscheinungen existiren. Diesen Einwand würde Lotze angesichts der enantiomorphischen Erscheinungen nicht aufrecht erhalten können.

In der That, wenn die Theorie der vierten Dimension auf irgend einem Gebiete eine Existenzberechtigung haben und Beachtung verdienen sollte, so wäre es bei diesem naturwissenschaftlichen Problem der Enantiomorphie. Hier stehen wir in der That vor der Alternative, entweder zum Wunder oder zur vierten Dimension unsere Zuflucht nehmen zu müssen, sofern wir nicht den Grundgedanken der heutigen Naturwissenschaft, die einheitliche causale Ordnung preisgeben wollen. Und dennoch, glaube ich, ist, vom strengsten wissenschaftlichen Standpunkte betrachtet, die Annahme des Wunderbaren, Unerklärten und Unerklärlichen derjenigen einer vierten Dimension noch vorzuziehen. Die Gründe hierfür werden sich aus dem weiteren Verlaufe unserer Betrachtungen von selbst ergeben.

IV. Der mathematische Gesichtspunkt.

Das kühne Gebäude der Metageometrie besitzt trotz seines verhältnissmäßig geringen Alters eine so vielseitige, verwickelte Construction, dass es schwer wird, sich ein Gesammtbild, eine Ge-

1) Metaphysik, S. 255.

sammtvorstellung davon zu verschaffen. Es fehlt die einheitliche Architektur. Es haben so viele und nach so verschiedenen Plänen daran gebaut, und für den Außenstehenden erscheint das Ganze zunächst wie ein rasch emporgeschossener Ausstellungspalast, in welchem es zwar zahlreiche Räume für solide Landesprodukte, aber daneben auch Abtheilungen für Seiltänzer und Zauberkünstler gibt und welchem vor allem eins fehlt, das für jedes auf die Dauer berechnete Gebäude wesentlich ist, nämlich ein festes und sicheres Fundament. Mancher Mathematiker von Fach wird mir, als einem solchen Außenstehenden, erwidern: »Das Fundament ist vorhanden und gesichert, aber es ist nur eine verhältnissmäßig geringe Anzahl von Einsichtigen da, die es verstehen und prüfen können. Es gehört ein besonderes Verständniss dazu, wie für die Mathematik überhaupt, so für diese Seite derselben. Dieses Verständniss, welches man nur erwirbt, wenn man sich lange genug mit der Sache beschäftigt hat, besitzen diejenigen nicht, die die Metageometrie bekämpfen.« Wenn man darauf einwendet, dass auch Leute, die selbst eingeweiht waren »in alle Weisheit der Aegypter« und deren Forschungen man als Ecksteine der neuen Theorien benutzt, — beispielsweise kein geringerer als Cayley — die Pan- und Metageometrie verdammt haben, dann erhält man einfach zur Antwort, dass diese Forscher sich unstreitig geirrt haben.

Hier nun erheben sich zwei bedeutsame Fragen, nämlich: »Hat die Mathematik eine besondere Grundlage, ein von dem der übrigen Wissenschaften getrenntes Fundament?« und »Wie kommt es, dass die Mathematik, die doch die allgemeinsten und zweifellosesten Gesetze des Denkens, Seins und Geschehens, deren praktisch-universale Gültigkeit auch der extremste Empirist nicht zu leugnen wagt, zum Gegenstand hat, nach der Ansicht vieler Fachleute unserer Tage eine ganz besondere geistige Veranlagung bei dem sich ihrem Studium Widmenden voraussetzt?«

Die erste Frage dürfte entschieden zu verneinen sein. Es sind im Grunde genommen dieselben in der Erfahrung gegebenen Thatsachen und Nothwendigkeiten, die die Grundlage, den Ausgangspunkt aller Wissenschaften, ausmachen. Nicht der Gegenstand, sondern der Standpunkt der Betrachtungsweise bedingt ihre Verschiedenheit. Soweit sie auch auseinandergehen mögen; wo es sich um die letzten,

das heißt einfachsten und unzerlegbaren Elemente handelt, von denen alle Erkenntniss ausgeht, da kommen sie alle zusammen. Die Untersuchung der Fundamente darf daher auch nicht das Privileg einer Einzelwissenschaft bilden; sie ist eine nothwendige Vorarbeit aller, und man darf Niemandem sagen, er habe kein Recht, die Fundamente zu prüfen, wenn er nicht zuvor den ganzen Oberbau studirt habe. Im Gegentheil, die Prüfung der Fundamente sollte sich jeder angelegen sein lassen, der seine Erkenntniss nicht in letzter Instanz auf die Autorität Anderer basirt sehen will. Es gibt leider gar zu Viele, besonders in der Mathematik und Philosophie, die sich mit Vorliebe in den oberen Stockwerken, in verschnörkelten Thürmchen und kunstreichen Erkern aufhalten, theils schaffend und ausbessernd, theils zum Vergnügen, und die gar nicht daran denken, die Fundamente einer kritischen Untersuchung zu unterziehen.

Ueberdies ist die Abgrenzung der Einzelwissenschaften eine sehr unsichere und willkürliche. Sie soll dem öconomischen Princip der qualitativen Arbeitstheilung und nicht dem Bestreben dienen, unübersteigliche Zäune zum Zwecke der Verhinderung der Uebergriffe aus einem Gebiete in das andere zu errichten. Leider ist heute bereits diese künstliche Trennung schon zu einem solchen Grade gediehen, dass man in manchen Disciplinen gar kein Verständniss mehr hat für die Berechtigung der Probleme anderer Disciplinen. Die Grundprobleme der Mathematik sind eben so wohl Grundprobleme der Psychologie, der Logik und Erkenntnisstheorie und der Physik, und je mehr man sich eben diesen Fundamentalproblemen nähert, um so mehr wird die strenge Scheidung der Disciplinen, wenn anders sie sich nicht lediglich auf die Form, die Ausdrucksweise beziehen soll, eine Sache der Convention und des persönlichen Beliebens. Man darf nicht vergessen, ein Satz ist nur dann richtig und unantastbar, wenn er immer und überall gilt, einerlei welchen Namen das Gebiet führt, in welchem man ihn gerade anwenden will.

Hinsichtlich der zweiten Frage, die die allgemein anerkannte Unpopularität der Mathematik angeht, meine ich, muss man, sofern man nicht eine eigenthümliche allgemeine Degeneration der Menschheit annehmen will, vermöge deren es ihr, trotz zunehmender Denkkraft und Beobachtungsgabe, immer schwieriger werde, die Gesetze des eigenen Denkens und Anschauens zu erfassen, den Schluss ziehen,

dass an der Erscheinung nicht sowohl der Gegenstand der Mathematik als die in unseren Tagen übliche Methode und Darstellungsweise dieser Wissenschaft die Schuld trage.

Es ist nicht so sehr der Mangel an Verstand, an Denkvermögen, der es dem gebildeten Durchschnittsmenschen unserer Tage so schwer werden lässt, in die Mysterien der höheren Mathematik einzudringen, als vielmehr der Mangel an Bereitwilligkeit oder auch Fähigkeit, sich einer inadäquaten Ausdrucksweise, einem willkürlichen, verschrobenen Symbolsystem anzupassen und zu unterwerfen; nicht der Mangel an Abstractionsgabe überhaupt, sondern die mangelnde Fähigkeit so zu abstrahiren, wie ein Anderer, der seine Ideen in willkürlichen Symbolen und mit möglichst wenig Commentar vorträgt oder niederschreibt, es sich gerade denkt. Es gibt überhaupt keinen Gedanken, der zu hoch oder zu tief wäre, als dass ihn der Mensch mit normaler Denkkraft zu fassen vermöchte. Wird eine Idee nicht erfasst, so liegt das meist an der inadäquaten Darstellungsweise, an ungerechtfertigten Anforderungen, die man an das Gedächtniss stellt, besonders das, was man als Simultan-Gedächtniss bezeichnen könnte, d. i. die Fähigkeit eine Menge mehr oder minder willkürlicher Symbole und Bestimmungen gleichzeitig zu verwenden ohne die Bedeutung derselben zu verwirren. Die heutige Mathematik ist in viel höherem Maße, als man gewöhnlich denkt, Gedächtnisssache und in viel geringerem Maße Verstandessache.

Worin aber besteht nun die gerügte inadäquate Ausdrucksweise in der Mathematik? Da ist zunächst der von den Mathematikern anscheinend für selbstverständlich angesehene Gebrauch, alles in die Form von Gleichungen zu pressen, obgleich wir in der Welt der gegebenen Wirklichkeit nirgends Identitäten, vollkommenen Gleichheiten begegnen. Die in wirklichen und möglichen Erlebnissen anzutreffenden Beziehungen, denen die zur mathematischen Betrachtung erforderte Nothwendigkeit innewohnt, sind die partielle Uebereinstimmung (z. B. nach Größe, Gestalt, Collineation, Lage u. s. w.) und die Abhängigkeit. Drücken wir alle diese Beziehungen in Form von Gleichungen aus, so müssen diese letzteren entweder oft Unwahrheiten enthalten, oder wir müssen übereinkommen, aus den Gleichungen herauszulesen, was gar nicht darin steht. In dieser Hinsicht befindet sich die Mathematik noch gar zu sehr auf dem einseitigen Standpunkte der Identitäts- und Subsumtions-Logik.

Da ist des weiteren die Annahme von Begriffen, die, weil mit inneren Widersprüchen behaftet, anfangs nur als später wieder zu eliminirende Hülfsbegriffe eingeführt werden, die sich aber durch den häufigen Gebrauch so einbürgern, dass sie zuletzt für mathematische Entitäten gelten. Hierher gehören die weiter oben schon erwähnten »benachbarten Punkte«, das »Linienelement«, das keine Ausdehnung haben, aber doch eine Richtung repräsentiren soll, das Krümmungsmaß von mehr als zweidimensionalen Raumgebilden u. a. m. Solche Hülfsbegriffe erweisen sich oft als sehr nützlich, so lange man bei ihrer Verwendung eingedenk bleibt, dass sie zwar abgekürzte, aber unrichtige Ausdrücke für sehr complicirte Verhältnisse sind, deren jeweilige getreue Darstellung einen großen Aufwand von Zeit und Mühe erfordern würde. Sie dürfen daher auch nicht schon als Elemente in den Voraussetzungen figuriren, von welchen man ausgeht. Und ebenso müssen sie aus den Endresultaten, wenn anders denselben eine Bedeutung zukommen soll, wieder verschwunden sein. In einer Regeldetri-Aufgabe mögen wir wohl ganz correcter Weise rechnen: Der Vorrath Heu, der 1 Woche ausreicht für 7 Pferde, reicht 5 Wochen für $\frac{7}{5}$ Pferde u. s. w. Aber wir dürfen keine Rechnung mit einem Satze beginnen oder schließen, der diese $\frac{7}{5}$ Pferde enthält. Das ist es auch, was Whitehead meint, wenn er das Symbol $(-1)^{\frac{1}{2}}$ für absolut sinnlos erklärt, wenn man es als Zahl ansehe [1]).

Auch die negativen Zahlen gehören hierher, sobald man bei ihrer Verwendung vergisst, dass sie nur eine relative Bedeutung haben. Es gibt nichts Negatives in der Welt der Wirklichkeit. Wo wir die Begriffe Positiv und Negativ auf Paare conträrer Qualitäten anwenden, wie bei der Elektricität, der Enantiomorphie, der Photographie u. s. w., da ist diese Anwendung eine rein conventionelle und willkürliche. Die Begriffe könnten eben so gut umgekehrt gebraucht oder durch andere wie rechts und links, Nord und Süd oder dergl. ersetzt werden. Auch wo sie auf Quantitatives angewandt werden, wie etwa auf Richtungen im Raume, oder bei der Messung der Temperatur, könnten sie nicht allein eben so gut vertauscht werden, sondern es ist hier stets auch der Nullpunkt, der Trennungspunkt der als Antagonisten gesetzten Größen vollständig willkürlich und conventionell. Die Null

1) Whitehead, Treatise on Universal Algebra, p. 11.

ist das Zeichen nicht für die Negation aller Eigenschaften, aller Größen, sondern nur für das jeweilige Nichtvorhandensein gewisser, unter gleichzeitigem Vorhandensein anderer Größen und Qualitäten. Das absolute Nichts ist ein viel transcendenterer »Begriff« als das Unendliche. Man hat sich aber gewöhnt, für diesen qualitativ variabeln und quantitativ (als willkürlich gesetzter Anfangspunkt für die Zählung) nur relative Bedeutung besitzenden Ausdruck stets dasselbe Zeichen zu setzen, wodurch man dann verleitet wird, die Null als Zahl, als Größe zu betrachten und mit ihr wie mit anderen Zahlen arithmetische Operationen auszuführen.

Wir haben gesehen, dass die Unterscheidung des Positiven und Negativen entweder eine willkürliche Bezeichnung qualitativer Gegensätze ist oder aber aus der eben so willkürlichen Setzung eines Anfangspunktes für die Zählung und Größenmessung hervorgeht. Es gibt keine wirklichen oder denkbaren Systeme von Quantitäten, in welchen negative Größen ohne willkürliche Festlegung des Nullpunktes einen Sinn haben. Das abstracte Symbol $-a$ bedeutet zunächst nicht eine Größe, sondern, wie jeder mit einem Vorzeichen behaftete Ausdruck, eine Aufgabe, und zwar eine solche, die nicht nothwendiger Weise immer lösbar sein muss. Da man in jeder quantitativen Reihe, unbeschadet der gegenseitigen Verhältnisse der Glieder unter einander, den Nullpunkt beliebig verschieben kann, so kann das, was von einem Gesichtspunkte aus positiv ist, von einem andern als negativ betrachtet werden. Der Unterschied zwischen $+1$ und -1 ist daher nur ein Richtungsunterschied. Dies wirft ein eigenartiges Licht auf die sogenannten imaginären[1]) oder complexen Größen, die, wie die negativen Zahlen, recht nützliche Hülfsbegriffe abgeben, so lange man sie im Laufe der Rechnung wieder zu eliminiren weiß. $\sqrt{-1}$ ist in erster Linie eine Aufgabe, und nicht mehr und nicht minder imaginär als $\sqrt{+1}$.

Das Operiren mit ungenügend bestimmten und Pseudobegriffen hat in letzter Instanz seinen Grund in der geringen Bereitwilligkeit

1) Diese Bezeichnung ist eine ebenso unglückliche, wie die der nicht in endlicher Form darstellbaren Zahlen als irrationale. An den letzteren ist durchaus nichts vernunftwidriges zu entdecken, und die ersteren scheinen ihren Namen — lucus a non lucendo — bekommen zu haben, weil man sich bei ihnen absolut nichts mehr vorstellen kann.

der heutigen Mathematik, eine wirkliche Analyse der Begriffe auszuführen. Was man in der Mathematik Analyse nennt, ist, soweit es sich auf den Raum bezieht, nur ein Zurückführen bis auf ein gewisses, der arithmetischen Behandlung bequemes Stadium, wie bei den rechtwinkligen und Polar-Coordinaten, nicht aber ein Zurückführen auf absolut einfache, nicht weiter zerlegbare Elemente. So ist der Punkt nur vom Standpunkte der Größenbetrachtung einfach und unzerlegbar, nicht aber von demjenigen der Ausdehnung (d. i. des Raumes).

Man streitet sich darum, ob die als Axiome ausgegebenen Sätze apriorischer oder empirischer Natur sind — und dabei sind »apriorisch« und »empirisch« selbst ziemlich fragwürdige Begriffe — anstatt, wie es z. B. die Chemie mit so großem Erfolge gethan und wie es die Psychologie zu thun begonnen, zu ermitteln, ob sie etwas absolut Einfaches oder ein Zerlegbares ausdrücken. Ist aber ein mathematischer Satz oder Gedanke als absolut einfach befunden worden, so kann er nicht bewiesen werden, und wenn von zwei Menschen der eine ihn für nothwendig, der andere aber für falsch erklärt, so spricht einer von ihnen, falls wir annehmen, dass das Denken beider commensurabel ist, die — Unwahrheit (die subjective, denn eine andere gibt es nicht).

Die Anwälte der nicht-euklidischen Geometrie sind meist geneigt den Gegnern vorzuwerfen, dass sie zu sehr an den einmal gewählten technischen Ausdrücken Anstoß nehmen, und dass die Abneigung gegen die neue Lehre zum großen Theil auf mathematischer Unkenntniss — das hat man sogar die Stirn gehabt, dem scharfsinnigen Lotze vorzuhalten[1]), — hauptsächlich auf Unverständniss für die wahre Bedeutung der für die nicht-euklidische Geometrie eingeführten Bezeichnungen beruhe, ähnlich etwa wie es dem Laien mit der langathmigen Terminologie der modernen organischen Chemie ergeht. Hier aber liegt die Sache ganz anders. Auch die einen Zeilen langen Namen erheischende complicirte Kohlenstoffverbindung kann eindeutig als explicite Function von Radicalen und Elementen definirt werden, und die chemische Terminologie ist trotz ihrer für den Uneingeweihten abschreckenden Form ganz consequent. Nicht so diejenige der

1) Russel, Foundations of Geometry, p. 98.

Metageometrie. Da werden fortwährend Begriffe gebraucht, die der euklidischen Geometrie entnommen sind. Es werden ihnen dann Eigenschaften beigelegt, die sie beim euklidischen Gebrauch ohne Widerspruch nicht haben können. Man sagt dann, in der nicht-euklidischen Geometrie seien die Widersprüche nicht vorhanden. Das sagt man, und wenn es bewiesen werden soll, dann wartet man wieder mit schlecht passenden Analogien und zugestandenermaßen unrichtigen Illustrationen aus der euklidischen Raumlehre auf.

Da ist endlich die einseitige analytische Behandlungsweise. Man könnte fast von einer analytischen Manie reden. Die geschriebene Formel gilt alles, die Anschauung, auch da, wo es sich um räumliche Verhältnisse handelt, gar nichts. Figuren sind nahezu verpönt, besonders wenn sie etwas complicirterer Art sind und die klare Raumbeobachtung des exacten Zeichners voraussetzen. Man kann fertige Mathematiker, mit der fac. doc. in der Tasche, treffen, die Kegelschnitte »durchaus studirt« haben und die analytischen Formeln darüber nur so aus dem Aermel schütteln können, die aber die Bemerkung, dass alle Parabeln einander ähnlich seien (es handelt sich hier natürlich nur um Curven zweiten Grades) mit Hohnlächeln aufnehmen, die Richtigkeit derselben energisch bestreiten, einen geometrischen Beweis, dem sie Schritt für Schritt zuzustimmen genöthigt sind, einen Trugschluss nennen und sich erst beruhigen, nachdem ein Professor zur Entscheidung zögernd sein Wort zu ihren Ungunsten in die Wagschale geworfen hat. Da kann man sich doch des Gedankens nicht erwehren, dass solche Mathematiker trotz alles Formelwissens die wichtigsten Eigenschaften der Kegelschnitte nicht erfasst haben. Man hat sich an die cartesianische Methode so sehr gewöhnt, dass man sie als etwas ganz Selbstverständliches und Natürliches betrachtet, so wie der Ungebildete das decadische Zahlensystem, das sich der Mensch an seinen fünf Fingern abgesehen hat, obgleich ein duodecadisches ungleich praktischer wäre, für das einzige in der Natur der Sache begründete hält.

Die analytische Geometrie ist ein rein quantitatives Verfahren, dessen Sätze sich ebenso gut auf die eindimensionale sog. reine Größenlehre beziehen könnten. Die Beziehung zum Raum wird nur dadurch hergestellt, dass man die zwei oder drei Variabeln auf je eine constante Grundrichtung beschränkt, wobei man aber, um nicht für

jede Bestimmung acht Punkte statt eines zu erhalten, die willkürlich gewählten Grundrichtungen (Coordinatenaxen) auch noch willkürlich in je einen positiven und negativen Ast theilen muss, denen im Raume nichts entspricht.

Obgleich sich bei der analytischen Geometrie, deren Bedeutung und ungeheurer Nutzen für den Fortschritt der mathematischen Wissenschaften gewiss nicht geleugnet werden soll, die Beziehung zur Anschauung jederzeit herstellen lässt, so wird die thatsächliche Aufrechterhaltung dieser Beziehung im Verlauf der Deduction doch durch den folgenden Umstand sehr erschwert. Bei der wirklich geometrischen Behandlung von Raumgebilden können wir leicht und übersichtlich zwei Momente auseinander halten, die sich in Bezug auf das Gesetz der Relativität ganz verschieden verhalten. Bei jedem Raumgebilde lassen sich die äußeren und inneren Raumbeziehungen unterscheiden und getrennt beurtheilen. Die äußeren Beziehungen d. i. die absolute Größe, Lage etc., sind von andern Raumgebilden abhängig, man ändert sie, wenn man das Princip der Relativität auf das in Frage stehende Raumgebilde allein anwendet. Die inneren Beziehungen, d. i. die Gestalt (Collineation und Winkelverhältnisse) werden durch die Anwendung des Relativitätsprincipes gar nicht berührt. Diese in der anschaulichen Geometrie so leicht auseinander zu haltenden Beurtheilungsweisen, von welchen die eine gerade das betrifft, was in der andern ganz irrelevant ist, nämlich die absoluten Größen, sind in der analytischen Geometrie gar nicht oder nur sehr undeutlich geschieden. Nur auf beschwerlichen Umwegen kann man aus den Gleichungen zweier Curven erkennen, ob die letzteren ähnlich sind oder nicht.

Alle diese Uebelstände in der heutigen mathematischen Methode stehen in engstem Zusammenhange mit den fast allgemein angenommenen Grundvoraussetzungen, dass es eine reine, von der räumlichen Ausdehnung absolut unabhängige Größenlehre gebe, die sich als das Primäre, Ursprüngliche, allen speciellen mathematischen Betrachtungsweisen überordne, und dass die Geometrie des gegebenen Raumes sich als ein besonderer Fall einer allgemeineren Mannigfaltigkeitslehre ansehen lasse. Diese Annahmen liegen aber auch den Speculationen zu Grunde, die zu der Theorie der höheren Dimensionen geführt haben.

In ihrer ersten Entwicklungsstufe, die sich an die Namen Gauß, Lobatschewsky und Bolyai knüpft, ist die Metageometrie nicht um ihrer selbst willen behandelt worden. Es handelte sich vielmehr um die Frage nach der apriorischen Richtigkeit eines von Euklid als Axiom behandelten Satzes: des Gesetzes von den Parallelen. Wenn der Satz von den Parallelen unabhängig ist von den übrigen Axiomen und nicht denselben axiomatischen Charakter hat wie jene, aber eine wesentliche Voraussetzung der euklidischen Geometrie bildet, so sind hinfort zwei Geometrien möglich, eine weitere, umfassendere, in der das Parallelengesetz nicht gilt, und eine engere, die euklidische, die einen durch eine specielle Voraussetzung eingeschränkten Fall der ersteren bildet. Wenn man bei diesem Gedankengang nicht den groben Fehler begeht, zu verlangen, dass eine Reihe von Schlussfolgerungen, weil man sie Geometrie getauft hat, nothwendiger Weise Räumliches repräsentiren müsse, so liegen hinsichtlich des Verhältnisses der genannten Geometrien zum Raume folgende Möglichkeiten vor:

1) Der Satz von den Parallelen ist für den Raum axiomatisch und apriorisch nothwendig; dann ist die euklidische Geometrie die Lehre vom Raume, und die nicht-euklidische, die sich auf irgend etwas anderes beziehen mag, hat mit dem Raume nichts zu thun.

2) Der Satz von den Parallelen ist nicht axiomatisch oder nothwendig, aber auch nicht als unrichtig erwiesen. Das heißt, er mag von gewissen Gesichtspunkten aus als thatsächlich erscheinen. (Nicht zu übersehen ist, dass, wenn ein Satz von allen möglichen Gesichtspunkten betrachtet als thatsächlich erscheint, er eben nothwendig ist). In diesem Falle mögen beide, die euklidische wie die nicht-euklidische Geometrie auf den Raum anwendbar sein, sofern sich dabei keine unlösbaren Widersprüche herausstellen. Sie beziehen sich aber beide dann auf den gegebenen Raum.

3) Der Satz von den Parallelen ist erweislich falsch. In diesem Falle ist die euklidische Geometrie unrichtig und die nicht-euklidische, in der man ohne Parallelengesetz auskommt, ist die Raumlehre, d. i. Geometrie des gegebenen Raumes.

In keinem der aufgeführten drei Fälle liegt eine Nothwendigkeit oder auch nur die geringste Veranlassung vor, »neben« oder »hinter« dem gegebenen noch einen anderen »nicht gegebenen

Raum« anzunehmen. Was speciell den dritten Fall anbelangt, so hat Helmholtz die Denkbarkeit nicht-euklidischer Räume durch die Behauptung darzuthun gesucht, dass vielleicht unser Raum gar nicht einmal wirklich euklidisch sei, sondern nur eine große Annäherung an den euklidischen zeige. Die Fortpflanzungsrichtungen der fernwirkenden Kräfte beispielsweise seien vielleicht gar nicht so gerade, wie wir anzunehmen gewohnt sind.

Er geht so weit, daran zu erinnern, dass die Menschheit so lange auf der vermeintlich ebenen Erde gewohnt habe, ehe sie ihre sphärische Gestalt erkannte, und dass sie sich gegen diese Erkenntniss ebenso hartnäckig sträubte wie die Gegner der nicht-euklidischen Geometrie gegen die Vorstellbarkeit eines sphärischen und pseudosphärischen Raumes. Diese Analogie ist eine höchst mangelhafte, denn die Kugelgestalt der Erde kann jederzeit und gerade mit Hülfe der euklidischen Geometrie anschaulich dargethan, ja direct wahrgenommen werden, während es Helmholtz nie gelungen ist, irgend Jemandem eine Anschauung von den nicht-euklidischen Räumen beizubringen.

Der scharfsinnigen Widerlegung, die Lotze dieser Helmholtzschen Beweisführung angedeihen ließ, ist kaum etwas hinzuzufügen. Es ist eigenthümlich, dass gerade der strenge Empirist Helmholtz so vorgehen konnte, ohne zu merken, dass er consequenter Weise entweder seine nicht-euklidischen Räume oder seinen Empirismus hätte aufgeben müssen. Denn nehme man einmal an, Helmholtz habe Recht, der Raum der Wirklichkeit sei nicht gerade, sondern mehr oder minder krumm. Dann sind zwei Fälle möglich: entweder merken wir diese Krümmung oder wir merken sie nicht. Im Falle dass sich die Krümmung weder direct noch indirect (etwa vermittelst feiner Messinstrumente) wahrnehmen und nachweisen ließe, bestände aber zwischen unserem geraden Raume und dem Helmholtz'schen krummen gar kein Unterschied. Es hätte dann überhaupt keinen Sinn von geraden und krummen Räumen zu reden. Es wären ja doch nur verschiedene Ausdrücke für dasselbe Ding. Bemerkten wir aber die Krümmung, so könnte dies doch nur durch den Vergleich mit dem nichtgekrümmten geraden Raume geschehen. In diesem Falle würden wir also den empirischen, gekrümmten Raum an einem nichtempirischen, euklidischen Raume

messen, womit die Priorität und Apriorität des letzteren zugegeben wäre. Der gerade euklidische Raum und seine Ausmessung bleibt also in jedem Falle die »maß«gebende Norm, oder wie J. Schultz sich treffend ausdrückt[1]): In allem Wirrwarr der Helmholtz'schen Hexenküche bleibt nur eins stehen: Unsere Geometrie.

Nach Legendre lässt sich beweisen, dass die Winkelsumme im Dreieck kleiner sein kann als zwei Rechte. Wenn man dies einmal zugibt, dann folgt zugleich, dass die Winkelsumme mit der Größe des Dreiecks abnimmt. Wie gefährlich diese Annahme dadurch für die Folgerichtigkeit aller Geometrie werden muss, dass sie die Möglichkeit einer unendlichen Menge von verschiedenen aber gleichzeitig richtigen Systemen proclamirt, hat schon Taurinus[2]) eingesehen. Wenn mehrere Geraden durch zwei Punkte möglich sind, dann haben wir uns von vornherein des wichtigsten Bestimmungsprincipes aller Raumlehre, des Principes der Richtung entäußert. Aber auch das Princip der Aehnlichkeit geht verloren. Man denke sich ein beliebiges Dreieck durch Verlängerung zweier Seiten auf zehnfache Größe gebracht. In diesem großen Dreieck soll nun nach jener Annahme die Winkelsumme kleiner sein als in dem ursprünglichen. Nun denke man sich das ursprüngliche Dreieck durch ein ideales, keine Verzerrungen verursachendes Vergrößerungsglas gesehen. Die Vergrößerung sei eine solche, dass die Eckpunkte des so vergrößerten mit denen des durch Verlängerung der Seiten construirten Dreieckes zusammenfallen. Werden nun die Seiten der beiden Dreiecke sich auch decken? Ob sie sich decken oder nicht, in jedem Fall entsteht ein Widerspruch. Decken sich die Seiten, dann ist das vermittelst der Linse vergrößerte Dreieck mit dem andern identisch. Seine Winkelsumme muss dann auch kleiner sein als die des ursprünglichen Dreiecks. Dann aber wäre die Vergrößerung der Linse keine ideale gewesen, wie angenommen; denn die Aenderung der Winkelgrößen ist doch eine Verzerrung. Decken sie sich nicht, dann haben wir zwei verschiedene, in den Eckpunkten coincidirende Figuren, von denen jede beansprucht, das vergrößerte Dreieck zu sein. Ein Dreieck ist dann durch die Lage seiner Ecken nicht bestimmt.

Nun wird man einwenden, meine »ideale« Vergrößerung sei eben

1) Psychologie der Axiome, S. 187.

2) Vgl. Stöckel u. Engel, Die Theorie der Parallellinien, S. 261 f.

ganz im Sinne der euklidischen Geometrie gedacht und daher, wenn diese sich als unrichtig erweist, eben nicht ideal, sondern in Wirklichkeit eine Verzerrung. Die einzig richtige »reine« Vergrößerung sei eine von der nicht-euklidischen Geometrie geforderte, wobei die Winkelsumme sich ändere. Ganz recht; dann denke man sich das ursprüngliche Dreieck mittelst einer, vom Standpunkte der nicht-euklidischen Geometrie als durchaus unideal zu betrachtenden Linse vergrößert, deren »Verzerrung« aber gerade darin besteht, dass die Winkel erhalten bleiben. Dann erhebt sich die Frage: Was ist denn nun die aus der winkeltreuen Vergrößerung hervorgegangene Figur? Ist sie auch ein geradliniges Dreieck? Dann hätten wir wieder den Widerspruch der sich in den Eckpunkten, nicht aber hinsichtlich der Seiten deckenden Dreiecke. Ist sie kein Dreieck, was ist sie dann? Jedenfalls ist die Geometrie verpflichtet, sich mit dieser neuen Figur ebenso eingehend zu befassen wie mit dem im nicht-euklidischen Sinne vergrößerten Dreieck.

Nun wird man vielleicht sagen: Die Figur, die durch das entstanden ist, was nach der euklidischen Geometrie ideale, nach der nicht-euklidischen aber verzerrende Vergrößerung bedeutet, ist überhaupt nicht mehr geradlinig. Mit andern Worten: Jede winkeltreue Vergrößerung einer geradlinigen Figur lässt die Geraden zu krummen Linien werden. Damit aber ist der Begriff der Aehnlichkeit aus der nicht-euklidischen Geometrie vollständig verbannt, denn wenn man bei jeder Vergrößerung oder Verkleinerung entweder die Winkeltreue oder die Richtungstreue (Geradlinigkeit) aufgeben muss, dann kann es keine der Gestalt nach ähnlichen Figuren geben. Wenn man dann ein und dasselbe Dreieck in verschiedene Entfernungen projicirt oder aus verschiedenen Entfernungen betrachtet, so darf es sich nicht ähnlich bleiben. Bleibt es geradlinig, so ändern sich die Winkel. Sind die Projectionen winkeltreu, so werden die Seiten krumm. Nun ist aber das, was wir Raumähnlichkeit, Aehnlichkeit der Gestalt nennen, weiter nichts als ein specieller Fall der allgemeinen Größenrelativität. Die nicht-euklidische Geometrie muss daher, wie, wenn ich mich nicht irre, Lobatschewsky schon erkannte, stets mit absoluten Größen operiren. Absolute Größen sind aber nicht allein niemals in der Erfahrung gegeben, sondern sie sind nicht einmal denkbar. Die Relativität aber, mit der sich die nicht-euklidische Geometrie in

unlösbaren Widerspruch setzt, ist eine in jeder Erfahrung und in jedem nothwendigen Gesetz mitgegebene Thatsache.

Wenn nun auch Legendre[1]) beweisen konnte, dass die Winkel im Dreieck zwar nicht größer, wohl aber kleiner als π sein können, sind denn die Begriffe π oder 180° dann auch noch dasselbe, was sie vorher waren? Müsste nicht erst bewiesen werden, dass diese Begriffe ganz unabhängig von dem Dreieckssatz, dem Parallelengesetz und dem damit zusammenhängenden Axiom von der Geraden sind? Wenn man wirklich durch einen Punkt außerhalb einer Geraden zwei Parallelen zu der Geraden ziehen kann, die die Gerade in »unendlich fernen« Punkten schneiden — wobei man, wie es scheint, annehmen soll, dass die zwischen beiden Parallelen durch den Punkt gelegten Geraden, die die Linie überhaupt nicht schneiden, nicht parallel zu jener seien und dass zwischen »gar nicht schneiden« und »in der Unendlichkeit schneiden« ein wesentlicher Unterschied besteht, — dann muss die Gerade doch auch eine Tangente an einem Kreise und der Punkt der Mittelpunkt des Kreises sein können. Es lassen sich also zu jeder Tangente am Kreise mehrere parallele Durchmesser ziehen. Damit ist aber nicht bloß der gewöhnliche Begriff der Parallelen sondern auch der des Lothes, derjenige des rechten Winkels und demnach der Zahl π durchaus geändert. Wenn man also sagt, die Summe der Winkel im Dreieck könne auch kleiner sein als π, so bedeutet dieses π nicht mehr dasselbe wie in dem geläufigen Satze, wonach die Summe der Dreieckswinkel $= \pi$ ist.

Man hat behauptet, Gauß sei, als er die Winkelsumme des Dreiecks Brocken — Inselsberg — hoher Hagen durch genaue Messung ermittelte, in ähnlicher Weise kritisch gegen die Geometrie verfahren, wie Kant in seiner Kritik gegen die Vernunft verfuhr[2]). Es sei denkbar, dass bei weiterer Forschung sich herausstelle, dass das Gesetz von der Winkelsumme für sehr große Dreiecke nicht gilt. Nun kennt aber die Geometrie Euklid's eine solche Verleugnung der Thatsache der Relativität gar nicht. Es gibt keine schlechthin großen und kleinen Dreiecke, und wer einer Figur, deren Winkelsumme mehr oder weniger beträgt als 2 R, den Charakter des gerad-

1) Friedrich Engel, Theorie der Parallellinien, S. 212.

2) Fritz Medicus, Kant's transcendentale Aesthetik und die nicht-euklidische Geometrie, S. 35 f.

linigen Dreiecks abspricht, ist ohne weiteres in seinem Rechte; denn wer will mich hindern das geradlinige Dreieck so zu definiren, dass es das Gesetz von der Winkelsumme einschließt. Die Seiten eines Dreiecks, welches diese Bedingung nicht erfüllt, und darum auch die »Geraden« oder »kürzesten Linien« der negativ oder positiv gekrümmten Räume, sind eben krumm. Auf jener unberechtigten Vernachlässigung des Relativitätsgesetzes beruht es dann weiter auch, dass man bei den von Sacheri, Legendre u. A. behandelten Problemen immer von kleinen Abweichungen von 2 R spricht. Was ist denn »klein«? Es ist gar nicht einzusehen, warum diese Abweichungen, wenn überhaupt die ganze Sache einen vernünftigen Boden hat, nicht auch von erheblicher Größe sein sollten.

Es ist auch zu berücksichtigen, was weiter oben über die Einfachheit der Axiome gesagt ist. Gerade darin, dass man nicht in hinreichendem Maße bestrebt war, auf letzte unzerlegbare Raum- und nicht nur Größenverhältnisse zurückzugehen, liegt der Grund des ganzen scholastisch-dialectischen Streites über das Parallelengesetz.

Der Begriff des Parallelismus ist nicht einfach und unanalysirbar. Er enthält neben einem projectivischen, d. h. die reine Ausdehnung angehenden, einen metrischen Bestandtheil. In den geläufigen Definitionen der Parallelen wird dies durch die Einführung von Begriffen verschleiert, die entweder selber weit mehr der Definition bedürfen als der der Parallelen (Abstand), oder aber mit dem Parallelismus nur einen indirecten Zusammenhang haben (Ebene). Euklid definirt die Parallelen als Geraden in einer Ebene, die sich nicht schneiden. Nun ist diese Definition aber viel zu eng; denn die Ebene kann nur in so fern in Betracht kommen, als von einer Anzahl paralleler Linien im Raume nur je zwei in einer Ebene liegen müssen. Definirt man die Parallelen als Geraden, die überall gleichen Abstand haben, so begeht man einen noch viel ärgeren logischen Fehler. Denn, was ist der Abstand oder die Entfernung zweier Linien? Man kann zwar von dem Abstand oder der Distanz zweier Punkte reden; das ist in der That ein elementarer metrischer Begriff. Dem »Abstand zweier Linien« dagegen lässt sich, wie man bei genauerer Ueberlegung leicht einsieht, ein Sinn nur dann beilegen, wenn die Linien parallel sind. Die Begriffe »Ebene« und »Abstand« müssen daher aus der Definition der Parallelen unbedingt verschwinden. Dahingegen lässt sich

der verhältnissmäßig einfache Begriff des Lothes, welcher sowohl zur projectiven wie zur metrischen Betrachtungsweise Beziehungen hat, sehr wohl zur Begriffsbestimmung des Parallelismus verwenden.

Wenn man von irgend einem Punkte einer Curve oder Geraden ein Loth auf eine andere Curve oder Gerade im Raume fällt, und es findet sich, dass dieses Loth nun auch auf der ersten Curve oder Geraden senkrecht steht, so ist das Loth ein gemeinschaftliches Loth der beiden Linien. Oder: Wenn man in irgend einem Punkte einer geraden oder krummen Linie ein Loth errichtet, und dieses Loth auch zu einer anderen geraden oder krummen Linie im Raume normal ist, so ist es ein den beiden Linien gemeinschaftliches Loth. Für gerade Linien im Raume liegen nun bezüglich der gemeinschaftlichen Lothe folgende drei Möglichkeiten vor:

1) Wenn zwischen zwei Geraden kein gemeinschaftliches Loth möglich ist, dann schneiden sich die Geraden irgendwo im Raume.

2) Wenn zwischen zwei Geraden ein gemeinschaftliches Loth möglich ist, dann schneiden sich die Geraden nicht.

3) Wenn zwischen zwei Geraden mehr als ein gemeinschaftliches Loth möglich ist, dann sind die Geraden parallel. (Wenn mehr als ein gemeinschaftliches Loth möglich ist, dann sind unendlich viele möglich).

Demnach ergibt sich als Definition des Parallelismus: Beliebig viele gerade Linien im Raume heißen parallel, wenn jede derselben mit jeder andern durch mehr als ein gemeinschaftliches Loth verbunden werden kann. Der projectivische Bestandtheil dieser Definition besagt, dass sich die Geraden nicht schneiden, oder, was dasselbe ist, dass zwischen je zweien von ihnen ein gemeinsames Loth möglich ist. Das ergänzende und für den Parallelismus ausschlaggebende metrische Kriterium besteht in der Mehrheit der möglichen gemeinschaftlichen Lothe[1]).

---

1) Das Loth ist in den obigen Definitionen nur gewählt, weil es eine gewisse Kürze des Ausdrucks gestattet. Wählt man eine Fassung, die auch für andere sich unter gleichen Winkeln schneidende Transversalen gilt, so wird die Definition ungleich complicirter. Die Bedeutung des Lothes beruht hier nicht auf seiner metrisch ausgezeichneten Stellung (Winkel von 90°), sondern auf seiner rein räumlichen (projectivischen) Eigenschaft als Symmetrie-Scheide zwischen zwei metrisch congruenten und doch verschiedenen Theilen des Raumes. So spielt auch beim Parallelismus in letzter Instanz die primäre Unterscheidung von Rechts und Links eine Rolle.

Auch Hilbert[1]) gibt die Beziehung zur Ebene nicht auf bei seinem »Axiom der Parallelen«, welches auch nach ihm aus zwei Aussagen besteht, nämlich 1), dass es durch einen Punkt zu einer Geraden in der Ebene stets eine Gerade gibt, die die erstere nicht trifft; und 2), dass es nur eine solche Gerade gibt (oder mit anderen Worten: Wenn zwei Geraden einer Ebene eine dritte nicht treffen, so treffen sie auch einander nicht). In seinem Capitel über die Unabhängigkeit des Parallelenaxioms[2]) beweist Hilbert die erste Aussage aus den übrigen Axiomen. Die zweite Aussage dagegen sei unabhängig und daher bestehe die Möglichkeit einer nicht-euklidischen Geometrie. Dieser Schluss aber scheint mir nicht gerechtfertigt, da Hilbert's Definition des Parallelismus der Begriff der Ebene zu Grunde liegt, welchen er ganz euklidisch auffasst; denn eine Ebene ist nach ihm durch drei nicht in einer Geraden liegende Punkte bestimmt. In einem nicht-euklidischen Raume dagegen — auch bei constanter Krümmung — müssen durch je drei Punkte mindestens zwei (nicht-euklidische) »Ebenen« möglich sein, oder aber der Unterschied zwischen euklidischer und nicht-euklidischer Ebene wird belanglos.

In der zweiten, durch das epochemachende Eintreten von Riemann und Helmholtz für die nicht-euklidische Geometrie charakterisirten Entwicklungsstufe der Metageometrie tritt das geometrische, hauptsächlich an das Parallelenaxiom anknüpfende Interesse sehr in den Hintergrund zu Gunsten einer rein algebraischen, analytischen Betrachtungsweise, die entschieden auf den gewaltigen, überall ausschlaggebenden Einfluss der analytischen Geometrie zurückgeführt werden muss. Der Raum ist lediglich Größe und bildet in seiner dreifachen Ausdehnung nur einen speciellen Fall des n-fach ausgedehnten Mannigfachen. So wird der Begriff der Ausdehnung, von welchem durchaus nicht bewiesen wird, dass er überhaupt auf etwas anderes als den gegebenen Raum anwendbar ist, als ein selbstverständliches Attribut jeder Mannigfaltigkeit betrachtet. Hat man sich aber einmal dazu verstanden, das was eine n-fach variable Mannigfaltigkeit heißen sollte, eine n-fach ausgedehnte zu nennen, dann

1) D. Hilbert, Grundlagen der Geometrie. Festschrift zur Feier der Enthüllung des Gauß-Weber-Denkmals. S. 10.

2) Ebenda, S. 22.

ist, da man für Ausdehnung ja auch Dimension sagt, der Schritt von dem n-fach ausgedehnten oder n-dimensionalen Mannigfachen zu dem n-dimensionalen Raume ein sehr naheliegender. So bauen sich großartige mathematische Theorien, denen man in ihrem Oberbau weder Kühnheit noch Eleganz absprechen kann, auf logischen Schnitzern auf, und gar noch solchen, bei welchen ungenügende Begriffsbestimmung und oberflächlicher Sprachgebrauch eine wesentliche Rolle spielen.

In den Arbeiten von Riemann und Helmholtz über nichteuklidische Geometrie spielt neben dem Begriff des Mannigfachen derjenige der Krümmung eine maßgebende Rolle. Unter Krümmung ist ursprünglich offenbar nichts anderes als die Abweichung von der geraden Linie zu verstehen. Da aber diese Abweichung verschiedene Stärke besitzen kann, so bedarf man eines Maßes der Krümmung, als welches der sog. Krümmungsradius, d. i. der Radius desjenigen Kreises, der an der betreffenden Stelle der Curve am nächsten kommt, am geeignetsten ist. (Man pflegt gewöhnlich zu sagen, das Maß sei der Radius des Kreises, der mit der Curve an der betreffenden Stelle drei auf einander folgende Punkte gemein habe. Diese Ausdrucksweise ist jedoch verwerflich, da es erstens keine auf einander folgende oder benachbarte Punkte geben kann, und da zweitens, selbst wenn es welche gäbe, ein Kreis durch drei auf einander folgende Punkte nicht bestimmt sein könnte.)

Das Gauß'sche Krümmungsmaß für Flächen scheint nicht so ganz über alle Zweifel erhaben. Es versucht die Krümmung einer Fläche zu bestimmen, ohne aus der Fläche herauszugehen. Es wird dargestellt durch das Product zweier linearer Größen, und stellt daher, ohne weiteres, nichts als eine lineare Größe dar. Auch der Krümmungsradius ist ja eine lineare Größe, aber er ist doch ein Radius, also ein Repräsentant einer Flächenfigur. So wie aber die Krümmung einer Linie die Ebene oder wenigstens die Fläche voraussetzt, und nur durch eine Flächengröße (man meint doch den Krümmungskreis, wenn man auch vom Krümmungsradius spricht) gemessen werden kann, so setzt auch die Flächenkrümmung das Körperliche voraus und kann nur durch ein Körperliches gemessen werden. Schon die Thatsache, dass nach der Gauß'schen Betrachtungsweise eine Fläche, die das Krümmungsmaß 0 besitzt, durchaus nicht nothwendig identisch ist mit einer nicht gekrümmten Fläche (hierher

gehören Ebene, Cylinder- und Kegelmantel) sondern lediglich eine Fläche bedeutet, die nicht in mehr als einer Richtung gekrümmt ist, sollte uns hinsichtlich des Begriffs des Krümmungsmaßes stutzig machen. Nimmt man aber den Begriff in dieser Fassung an und willigt ein, den genannten Flächen das Krümmungsmaß 0 zuzuschreiben, und die Flächen mit dem Krümmungsmaße 0 zu den Flächen mit constanter Krümmung zu rechnen, dann hat man offenbar zwei Arten von Flächen mit constanter Krümmung; eine Art nämlich, in welcher man jede Figur oder Curve beliebig verschieben und drehen kann, ohne die lineare Krümmung zu ändern (wie die sphärische Fläche und die Ebene), und eine andere, in welcher man zwar Verschiebungen in der Richtung von geodätischen Linien, nicht aber Drehungen und Verschiebungen in den Richtungen anderer Linien vornehmen kann (Kegel, Cylinder).

Dieser weder eindeutige noch sonst einwandsfreie Begriff des Krümmungsmaßes, der den allseitig ausgedehnten Raum voraussetzt und nur auf Raumgrenzen anwendbar ist, wird dann auf den Raum selbst angewandt. Während die Krümmung doch eine Richtungsänderung im Raume ist, spricht man auf einmal von der Krümmung des Raumes selbst und unterscheidet, analog der Eintheilung der Flächen, Räume von constanter und solche von nichtconstanter Krümmung. Dabei sollen constantes Krümmungsmaß des Raumes, Congruenz des Raumes und freie Beweglichkeit ziemlich gleichbedeutende Begriffe sein. Nun wolle man bedenken, dass Flächen von inconstantem Krümmungsmaße uns nur im congruenten Raume, d. h. in einem Raume gegeben sind, in welchem man ein Raumgebilde frei nach allen Orten bewegt denken kann, ohne seine Größe oder Gestalt zu ändern. Also dieser Raum von constanter Krümmung, und zwar dem Krümmungsmaße 0, ist die Voraussetzung der Beurtheilung des Krümmungsmaßes von Flächen. Die Unterscheidung der Constanz oder Nichtconstanz des Krümmungsmaßes im System von $n-1$ Dimensionen setzt daher die Thatsächlichkeit der Constanz und Congruenz des n-dimensionalen Systems voraus. Wenn demnach unser Raum von 3 Dimensionen nicht ein specieller Fall einer n-dimensionalen Mannigfaltigkeit ist, haben wir eigentlich gar kein Mittel, um nachzuweisen, dass unser Raum wirklich constante Krümmung besitzt.

Denn Wesen, die in einem incongruenten Raume existiren, können ja die bei den Ortsveränderungen von geometrischen Gebilden oder materiellen Körpern in einem solchen Raume unvermeidlichen Verzerrungen gar nicht merken, wenn sie nicht gleich einen Raum, in welchem Congruenz und freie Beweglichkeit erhalten sind, zum Vergleich daneben haben.

Nun kann zum Ueberfluss das Krümmungsmaß auch noch negativ werden. Helmholtz hat dies zwar anfänglich geleugnet, aber ein anderer Mathematiker, der Italiener Beltrami, macht die n-dimensionalen Mannigfaltigkeiten von constanter, negativer Krümmung zum vornehmsten Gegenstand seiner Forschung. Wenn man nun bedenkt, dass negativ im Raume nie etwas anderes bedeuten kann, als eine Richtung, die zu einer anderen Richtung, die man willkürlich als positiv bezeichnet hat, antagonistisch ist, so dass man also jeder Zeit unbeschadet der Anschauung oder Rechnung negativ und positiv vertauschen kann, so muss man zugeben, dass der Begriff des negativen Krümmungsmaßes ein ebenso inhaltsloser Pseudobegriff ist, wie etwa der der negativen Farbe oder der negativen Farbensättigung oder Helligkeit. Aber wir haben gesehen, schon die Krümmung des Raumes ist ein mit inneren Widersprüchen behafteter Scheinbegriff. Der congruente Raum ist das, was den Begriff der Krümmung überhaupt erst möglich macht. Da sich der Löwe nicht selbst den Kopf abbeißen kann, so können daher nur Raumgrenzen, nicht aber der Raum selbst gekrümmt sein. So gut wie der Mathematiker von einem gekrümmten Raum spricht, könnte der Psychologe auch von einer krummen Farbe oder von einem krummen Bewusstsein reden. Und wenn man ihn bäte, solche interessanten Dinge doch auch einmal vorzudemonstriren, dann könnte er mit demselben Rechte, mit dem es der Mathematiker thut, antworten: »Ja lieber Freund, so etwas kann man sich zwar nicht vorstellen, aber man kann sich's wenigstens denken.« Ich behaupte aber, kein Mensch kann sich etwas denken, was einen Widerspruch enthält. Wohl kann man sagen, dass man sich's denke, aber dann sagt man die — Unwahrheit. So z. B. will es mir nie gelingen, mir ein materielles Atom zu denken, da ich ihm die widersprechenden Eigenschaften der Ausdehnung und der Untheilbarkeit zuschreiben muss. Wenn ich daher diesen Terminus dennoch gebrauche, so sind die folgenden drei Fälle möglich: Entweder sage

ich die Unwahrheit, d. h. ich mache den Hörer oder Leser glauben, dass ich bei dem Gebrauch des Wortes Atom einen Begriff habe, während ich doch weiter nichts habe als das Wort; oder zweitens, ich gebe dem Worte eine ganz willkürliche Definition, die den oben gerügten Widerspruch weder offen noch versteckt enthält; in diesem Falle aber hat der Begriff gar nichts vor dem des kleinen (nicht kleinsten) Theilchens voraus. Oder endlich ich gebrauche ihn kritiklos, als »Heerdenthier« dem »guten Beispiel« Anderer folgend — und das ist auch eine Art Unwahrheit. Ich bin übrigens überzeugt, dass der größte Theil des sog. Gedankenaustausches durch die Sprache, im täglichen Leben, und ein guter Theil auch in der Wissenschaft, aus solcher kritiklosen, dem thierischen Nachahmungstriebe entstammenden, Heerdenthiersprache besteht.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich bemerken, dass es mir auch nicht gelingen will, den Ausdrücken Form und Inhalt, Inneres und Aeusseres, die sich in der Philosophie und Psychologie einer so vielseitigen Verwendung erfreuen, einen andern als rein räumlichen Sinn beizulegen, es sei denn, dass ich sie ganz willkürlich und ohne jegliche Beziehung zu ihrer ursprünglichen Bedeutung definire. Ueberall da, wo diese Ausdrücke auf anderes als Räumliches übertragen werden, da ist diese Uebertragung rein willkürlich und höchstens durch zufällige Berührungsassociationen mitbedingt. Man hätte gerade so gut auch zwei neue Worte erfinden oder die Ausdrücke umgekehrt gebrauchen können, d. h. das Form und Aeußeres nennen können, was jetzt Inhalt und Inneres heißt, und umgekehrt.

Auch den oben erwähnten, so häufig gemachten Einwand, dass man sich wohl denken könne, was man sich nicht vorzustellen im Stande sei, müssen wir mit Entschiedenheit abweisen. Denken und Vorstellen sind gar nicht scharf zu trennende Vorgänge. Darum ist auch die Ansicht von Schmitz-Dumont[1]), dass der Raum überhaupt nicht vorgestellt, sondern nur gedacht werde, entschieden zu verwerfen. Da wir den leeren Raum nirgends wahrnehmen, so sind nach ihm die Raumeigenschaften und Raumverhältnisse nur denkend gesetzte Bestimmungen. Vorgestellt, sagt er, werden nur Körper mit sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften. Hiergegen ist einzu-

1) Naturphilosophie und exacte Wissenschaft, S. 151.

wenden, dass die Raumeigenschaften genau so gut sinnlich wahrnehmbar sind, wie die sog. Sinnesqualitäten. An einer rothen Fläche nehme ich eben so wohl die Ausdehnung wie die Qualität »roth« direct wahr. Zwar kann die Ausdehnung ohne Sinnesqualität nicht wahrgenommen werden; aber die Sinnesqualität kann dies eben so wenig ohne die Ausdehnung. Wenn das Räumliche wirklich nur »gedacht« und nicht vorgestellt und angeschaut würde, so hätte Liebmann Recht, der den Riemann'schen und Helmholtz'schen Begriff der höheren Dimensionen, trotz der mangelnden Fähigkeit des Anschauungsvermögens, sich etwas dem Begriffe entsprechendes vorzustellen, für logisch durchaus unbedenklich erklärt. Aber der von Liebmann[1] auf Kant'scher Grundlage so sehr betonte Gegensatz zwischen anschaulicher und logischer Nothwendigkeit ist im Grunde genommen eine sprachliche Fiction. Es gibt keine andere Nothwendigkeit als die geometrisch-anschauliche.

Wenn wir uns nicht auf den Standpunkt der vergangenen Tagen angehörenden Theorie der Seelenvermögen stellen wollen, so müssen wir mit Wundt annehmen, dass es kein Denken ohne Vorstellen und kein Vorstellen ohne Denken gibt. Die Producte des Denkens, die Begriffe, sind doch nur stellvertretende Vorstellungen, begleitet von gewissen anderen Vorstellungen. Der Allgemeinbegriff des Dreiecks ist weiter nichts als die Vorstellung von einem beliebigen speciellen Dreieck, begleitet von der Nebenvorstellung, dass alles, was man von diesem Dreieck aussagen wolle, auch von jedem andern Dreieck gelte. Der Bereich des Vorstellens und Denkens umfasst daher alles, was sich widerspruchslos definiren (beschreiben) lässt, d. h. alles was sich unmittelbar oder mittelbar als explicite Function letzter nicht weiter analysirbarer, im Bewusstsein gegebener Elemente darstellen lässt. Diese Elemente sind entweder assertorischer, d. h. thatsächlicher, wie die Sinnesqualitäten, oder apodictischer, d. i. nothwendiger Natur, wie die logisch-mathematischen Axiome[2]).

---

1) Naturphilosophie und exacte Wissenschaft, S. 79.

2) Ich behalte die Begriffe »assertorisch« und »apodictisch« bei als verhältnissmäßig passend, möchte aber alle erkenntnisstheoretischen Betrachtungen von zweideutigen Begriffen, wie Erfahrung, a priori u. s. w., emancipirt wissen. Beide oben genannte Arten von Elementen besitzen (absolute, denn es gibt keine andere) Gewissheit. Assertorisch gewiss nenne ich diejenigen Elemente, die im gegebenen

Wenn nun jemand einen Ausdruck, ein Wort, gebraucht und vorgibt, es stecke ein Begriff dahinter, und er könne sich etwas Bestimmtes dabei denken oder vorstellen, so ist mit dieser Aussage, auch wenn sie mit größter Zuversichtlichkeit gethan wird, die Legitimation des betreffenden Wortes als Begriff noch keineswegs gegeben. Denn da die Vorsehung den Menschen mit der Fähigkeit ausgestattet hat, der Wahrheit auch einmal ein Schnippchen zu schlagen, sei es nun mit voller Absicht oder nur aus Fahrlässigkeit, Bequemlichkeit etc. (was man gewöhnlich Irrthum nennt), so kann ja die in Frage stehende Aussage auch falsch sein. Es kann ja auch einer kommen und sagen: Ich kann mir ein rundes Dreieck, eine eckige Kugel, einen violetten Schmerz und einen salzigen Ton vorstellen oder denken. Was für ein Kriterium haben wir nun, um solche aus leeren oder sich widersprechenden Worten bestehende Scheinbegriffe von einem wirklichen Begriffe zu unterscheiden? Kein anderes als das der widerspruchslosen Definition. Wenn ein Wort nicht eine elementare, der weiteren Zerlegung nicht mehr fähige Thatsache oder Nothwendigkeit (in welchem Falle weder Beschreibung noch Erklärung, sondern nur Aufzeigung möglich ist) bezeichnet, so muss sich seine Bedeutung als eine Function jener Elementarthatsachen und Axiome darstellen lassen, oder aber es bleibt ein trügerisches Wort, ein Pseudobegriff, dessen Anwendung jedes Mal Täuschungen verursacht.

Solange daher die Metamathematiker nicht im Stande sind ihre Begriffe wie »Krümmungsmaß des Raumes«, oder »Krümmung einer allgemeinen Maßbestimmung«[1]), »vierdimensionale Ebene«, »unendlich ferne« und »imaginäre Punkte« u. s. w. in der angegebenen Weise (das heisst auf Elemente, nicht auf andere unklare Begriffe zurückgehend) klar und eindeutig zu definiren, wird man das Recht haben, diesen »Begriffen« mit Misstrauen zu begegnen, bezw. sie als Pseudobegriffe zu betrachten.

Nun wird der Mathematiker einwenden, diese Begriffe seien vollständig hinreichend definirt und zwar durch ganz eindeutige algebra-

---

Bewusstseinsinhalt so sind, die ich mir aber ebenso gut anders denken könnte. Apodictisch gewiss dagegen nenne ich die, die immer und überall so sind und die ich mir unter keinen Umständen anders denken könnte.

1) Felix Klein, Ueber die nicht-euklidische Geometrie. Mathemat. Ann., IV, S. 595.

ische Ausdrücke. Ich behaupte aber, solche Ausdrücke bestimmen nur eindeutig, soweit es die der allgemeinen 1-dimensionalen Größenlehre angehörenden Maßverhältnisse anbelangt, und bestimmen gar nichts mit Bezug auf Raum und Räumliches. Will man jene Begriffe so definiren, dass sie auf Räumliches anwendbar sind, so muss man sie auf letzte, elementare Raumattribute zurückführen.

Wenn man beispielsweise bei der projectivischen Maßbestimmung den mit einer Constante c multiplicirten Logarithmus eines gewissen Doppelverhältnisses als »Entfernung« zweier Punkte, den mit einer anderen Constante c' multiplicirten Logarithmus eines anderen Doppelverhältnisses als »Winkel zweier Ebenen« bezeichnet[1]), so haben die so definirten Begriffe »Entfernung« und »Winkel« nicht allein keine Aehnlichkeit mehr mit dem, was man gewöhnlich mit diesen Worten bezeichnet, sondern sie haben überhaupt keinen Zusammenhang mehr mit dem Raume, es sei denn, dass man zuvor die sämmtlichen zur Benutzung gelangten rechnerischen Operationen wie Multiplication, Logarithmus, Doppelverhältniss etc., in einem von dem arithmetischen abweichenden, rein räumlichen Sinne definirt hat. Was man beispielsweise unter der Multiplication von Richtungen verstehen will, hat entweder mit dem Begriff der Multiplication oder mit dem der Richtung nichts mehr zu thun; denn Richtungen lassen sich eben so wenig mit einander multipliciren, wie etwa Farben oder Töne. Man gibt vor, unter völliger Vermeidung metrischer Begriffe neue Coordinatensysteme, Maßbestimmungen, Rechnungsmethoden einzuführen[2]); warum enthält man sich denn nicht auch der metrischen Ausdrucksweise, die doch irreführen und zu Täuschungen Anlass geben muss. Wenn man aber bei den projectivischen Coordinaten eine solche Wahl der Zahlen trifft, dass sie auch für die metrische Betrachtung passen, so hat man nicht, wie Whitehead meint, die metrische Betrachtungsweise der projectivischen untergeordnet, sondern man hat sie beide unter einen, im Grunde genommen doch metrischen Hut gebracht.

---

1) Felix Klein, Ueber die nicht-euklidische Geometrie. Mathemat. Ann., IV, S. 574.

2) Vgl. auch die von Natorp besonders an dem projectivischen Distanzbegriff geübte Kritik: Zu den logischen Grundlagen der neueren Mathematik, Arch. f. system. Philos., VII, S. 202 ff.

Ein Mathematiker hat mir gesagt: Das Krümmungsmaß, die Krümmung eines Raumes, haben mit krumm nichts mehr zu thun. Dann muss man aber fragen: Warum nennt ihr diese Dinge denn so? Und warum verfallt ihr, sobald ihr eure nicht-euklidischen Ideen oder Begriffe veranschaulichen wollt, immer wieder in die euklidische Geometrie zurück? Warum, wenn ihr negativ gekrümmte Flächen eines pseudosphärischen oder hyperbolischen Raumes euren Hörern oder Lesern wenigstens sinnbildlich veranschaulichen wollt, zeichnet ihr dann immer irgend eine positiv gekrümmte Fläche des euklidischen Raumes? Ist es euch niemals aufgefallen, dass eure negative Krümmung der einzige Fall ist, wo das Negative selbständig ohne sein positives Correlat, d. h. nicht als Umkehrung oder Antagonismus eines Positiven auftreten soll? Was würde man halten von einem Menschen, der behauptete, er könne sich außer den dem normalen Gesichtssinne zu Gebote stehenden Farben und Farbenverhältnissen noch andere vorstellen oder denken, und diese Aussage in allerhand algebraische Formeln kleidete, der aber, aufgefordert seine Farbenbegriffe in Farben und nicht in Zahlen zu definiren und zu illustriren, zum Beweise immer nur vorbrächte, was sich auf den ersten Blick als den bekannten Farben zugehörig documentirte[1])? Das Ideal einer wissenschaftlichen Terminologie fordert, dass jeder Begriff eindeutig als Function letzter nicht weiter zerlegbarer Grundthatsachen und Grundnothwendigkeiten definirt werde, dass nirgends dasselbe Wort für verschiedene Begriffe gebraucht und nie derselbe Begriff mit verschiedenen Worten bezeichnet werde. Wir behaupten: Wenn einmal dieses Ideal in der Mathematik verwirklicht ist, dann wird von all den nicht-euklidischen Räumen und andern metageometrischen Speculationen nichts mehr übrig geblieben sein.

Kroman[2]) wirft mit Recht Riemann und Helmholtz vor, dass sie sich über ihre nicht-euklidischen Räume »kaum irgendwo wirklich klar ausgedrückt« haben. Aber kann man denn überhaupt von einem consequenten und radicalen Empiriker vollständige Klarheit verlangen?

---

1) Dass dieser Einwand mit der individuellen Verschiedenheit der Farbenempfindungssysteme (Farbenblindheit u. s. w.) nichts zu thun hat, braucht wohl kaum erst gesagt zu werden. Vgl. übrigens meine Abhandlung: Beiträge zur Kenntniss der Farbenblindheit. Philos. Studien, VIII, S. 182.

2) Unsere Naturerkenntniss, S. 145.

Muss er nicht von vornherein zugestehen, dass sich alle seine Definitionen und Erklärungen im Kreise bewegen, da er keinen Punkt, der fester steht als irgend ein anderer, zum Anfangspunkt hat? Wer nicht von einer Gewissheit ausgeht, kann nie zu einer solchen gelangen. Es muss deshalb auch sehr Wunder nehmen, dass die Verfechter dieser Theorien es mit ihrem Empirismus vereinigen konnten, der mathematischen Analysis eine solche Bedeutung und alles beherrschende Stellung beizulegen. Der übertriebene Empirismus ist übrigens bereits beträchtlich gemildert und es ist zu erwarten, dass es der aufstrebenden projectiven Geometrie gelingen wird, das mathematische Denken auf Bahnen zurückzulenken, die den Zusammenhang mit dem ureigenen Gebiete der Mathematik, dem Räumlich-Anschaulichen nicht wieder verlieren. Vorläufig aber herrscht die sog. Analysis, deren folgenschwerster Fehler darin besteht, dass sie willkürlich gewählte Symbole, die gewisse Complexe von Thatsachen oder Nothwendigkeiten, von einem bestimmten Gesichtspunkte betrachtet, correct zu repräsentiren im Stande sind, so verwendet, als ob sie die betreffenden Complexe von jedem Standpunkt aus betrachtet adäquat repräsentirten. Auf diesem Fehler, verbunden mit einem gewissen Spielen mit theils undefinirten und widerspruchsvollen, theils zweideutigen Begriffen beruht die ganze Pan- und Metageometrie. Zu diesen zweifelhaften Begriffen gehört beispielsweise der der kürzesten Linien. Was in der Ebene die Gerade ist, das vertritt auf gekrümmten Körperoberflächen die geodätische Linie, auf einer sphärischen Fläche z. B. der größte Kreis. In der Ebene wie im Raume überhaupt wird der Abstand zweier Punkte, d. i. der kürzeste Weg, durch die gerade Linie gemessen. Das ist das allererste Axiom aller metrischen Geometrie. Auf einer gekrümmten Fläche wird der Abstand zweier Punkte durch das zwischen ihnen gelegene Stück der geodätischen Linie gemessen, aber wohlverstanden, nur wenn es nicht möglich ist, den einfachen, räumlich kürzesten Weg, die den Körper durchsetzende Gerade, zu wählen, oder wenn man gar nicht den wirklich kürzesten Weg, sondern den an der Oberfläche verlaufenden kürzesten messen will. Im letzteren Falle hat man kein Recht, den auf der geodätischen Linie gemessenen Abstand als absolut kürzeste Linie zu bezeichnen, und im ersteren Falle

handelt es sich um eine Sache der Physik, nicht der Geometrie; denn bei einem geometrischen Körper können wir stets die directen Abstände durch den Raum messen. Mit diesem erschlichenen Begriffe der kürzesten Linie lassen sich dann nachher allerhand schöne Dinge ausführen.

Anfangs unterschied man neben dem gegebenen oder ebenen Raum noch sphärische und pseudosphärische Räume. In dem 3-dimensionalen sphärischen Raum laufen alle kürzesten Linien in sich selbst zurück. Es wird uns außerordentlich schwer, den Gedanken von Helmholtz zu folgen, wenn er behauptet, in einem solchen Raume gäbe es keine Parallelen, also keine Linien mit gleichem Abstand von anderen Linien. Ferner ist nach Helmholtz der sphärische Raum zwar unbegrenzt aber endlich. Wenn wir uns einen derartigen Raum mit anschauenden Wesen belebt denken, so müsste deren Anschauungsvermögen recht eigenthümlich beschaffen sein. Sie könnten zwar mit der Arithmetik und Algebra vertraut sein, aber der Begriff der geraden Linie wäre ihnen unbekannt. Wenn sie sich von irgend einem Punkte ihres Raumes fortbewegten und eine Richtung einhielten, die für sie einen kürzesten Weg bedeutete, so müssten sie immer wieder an die Ausgangsstelle zurückkommen und dürften sich nicht einmal dessen wundern. Und wenn diese Wesen eines schönen Tages auf die Idee kämen, zur Abwechselung einmal so zu reisen, dass sie nicht wieder zum Ausgangspunkt zurückkämen, und wenn sie dann entdeckten, dass es eine Linie gäbe, die zu diesem Zwecke die günstigste ist, die nämlich, die wir die gerade nennen, so müsste diese Gerade aber den sphärischen Wesen als die aller»krummste« erscheinen und sie dürften nicht merken, dass sie die Distanz zwischen zwei Punkten in einer solchen Linie in einer geringeren Zahl von Schritten zurücklegten als auf jedem anderen Wege. Man sieht, welch' ein Rattennest von Ungereimtheiten und Widersprüchen schon in dem sphärischen Raume steckt; und der ist von allen nicht-euklidischen noch der verhältnissmäßig einfachste. Das Widersinnigste ist, dass der sphärische Raum unbegrenzt, aber doch nicht unendlich sein soll. Das ist denn doch ein gar zu oberflächliches und plumpes Spielen mit dem zweideutigen Begriffe des Unbegrenzten. Unbegrenzt bedeutet für gewöhnlich so viel als »keine Grenzen haben« und ist demnach gleichbedeutend mit

unendlich. Manchmal aber bezeichnet man auch in ganz anderem Sinne eine geschlossene, stetige Curve oder eine ohne Unterbrechung der Stetigkeit in sich zurücklaufende krumme Fläche als unbegrenzt. Aber auch in diesem Sinne angewandt hat der Begriff nur eine beschränkte Geltung. Wenn ich z. B. den Kreis oder die Kugel unbegrenzt nenne, so bezieht sich das nur auf die Kreisperipherie und die Kugeloberfläche. Die Kreisfläche und der Kugelkörper sind stets begrenzt. Es können also nur Raumgrenzen, nicht aber ganze Räume in diesem Sinne »unbegrenzt« sein. Von den Planetenbahnen könnte man eventuell sagen, dass sie unbegrenzt aber endlich seien. Von einem endlichen Raume ausgesagt, muss es aber immer eine Absurdität bleiben. Es ist zwar behauptet worden (Riemann), dass Unbegrenztheit und Unendlichkeit schon deshalb auseinander gehalten werden müssten, weil erstere eine Sache der Ausdehnung, letztere eine solche der Größe (Maßverhältnisse) sei. Es erscheint mir aber zweifelhaft, ob die Vertreter dieser Ansicht Ausdehnung und Maßverhältnisse dabei genügend auseinander gehalten haben. Uebrigens ist gerade die Unendlichkeit, wie wir später sehen werden, ein von der Ausdehnung, d. i. dem Charakteristischen des Raumes, untrennbarer Begriff.

Das Unbegrenzte, wenn es nicht als mit dem Unendlichen identisch genommen wird, ist also weiter nichts, als das sich selbst Begrenzende, das in sich Geschlossene oder Zurücklaufende. Nun ist eigentlich gar nicht einzusehen, warum man diese Bezeichnung auf stetig gekrümmte Linien oder Flächen beschränken soll. Die Peripherie eines Polygons, die Oberfläche eines Polyeders ist doch genau so gut unbegrenzt, wie die Kreislinie oder Kugelfläche. Ob ich mich bei der Bewegung in einer solchen Curve oder Fläche stetig drehe oder hier und da um eine Ecke biege, macht doch hinsichtlich dessen, was für die Unbegrenztheit charakteristisch ist, nämlich das In-sich-zurückkehren, keinen wesentlichen Unterschied. Man kann daher jeden allseitig begrenzten Körper als von einer unbegrenzten Fläche umschlossen ansehen. Anderseits, wenn eine Kreisperipherie ein unbegrenztes Gebilde darstellt, so könnte man auch von unbegrenzt endlichen Räumen innerhalb des euklidischen, wenigstens solchen, die in einer Richtung unbegrenzt sind, sprechen, wie Ringe, Kettenglieder u. s. w. Auch könnte man mit gutem Rechte das in sich

geschlossene System der Farbenqualitäten ein unbegrenztes nennen. Da übrigens ein unbegrenztes Gebilde von n Dimensionen ein von ihm begrenztes von $n + 1$ Dimensionen voraussetzt[1]), so wäre mit einem unbegrenzten 3-dimensionalen Raume die Nothwendigkeit eines 4-dimensionalen gegeben.

Auch der pseudosphärische Raum hat recht interessante Eigenschaften. In seinen, den Ebenen des euklidischen Raumes entsprechenden »ebensten Flächen« kann man beispielsweise durch jeden Punkt zu jeder Geraden ganze Scharen paralleler Linien ziehen. Während im sphärischen Raume die Summe der Winkel im Dreieck stets größer ist als 180°, erreicht sie im pseudo-sphärischen Raume diesen Werth niemals.

Neuere Vertreter der Metamathematik, wie Felix Klein u. A. suchen die nicht-euklidische Geometrie mit der projectiven in Verbindung zu bringen, wobei es natürlich ohne Maßbestimmung und Coordinaten nicht abgeht[2]), obgleich die projective Geometrie, wenn sie eine consequente Ausdehnungs- und nicht Größenlehre sein wollte, die Begriffe der Entfernung, Strecke, Winkelgröße nicht kennen dürfte. Man spricht dann von hyperbolischen und elliptischen Räumen im Gegensatz zu dem gegebenen, der parabolisch ist, und führt neue, unklare Begriffe, wie hyperbolisches und elliptisches Entfernungsmaß, ein. In der elliptischen Geometrie laufen die »Geraden« natürlich in sich selbst zurück, oder wie man sich »noch deutlicher« ausdrückt, sie besitzen zwei imaginäre, unendlich ferne Punkte. Während im sphärischen Raume die geodätischen Linien zwei Punkte gemein haben können, können sie sich im elliptischen Raume nur in einem Punkte schneiden. Jedem Punkte im elliptischen Raume entsprechen zwei im sphärischen. Wie wenig übereinstimmend die Ideen über diese nicht-euklidischen Räume sind, lässt sich daraus ersehen, dass es Metamathematiker gibt, welche den von Klein so stark betonten Unterschied zwischen sphärischer und elliptischer Geometrie gar nicht anerkennen und behaupten, beide Räume seien gar nicht verschieden.

In der hyperbolischen Geometrie besitzt jede »Gerade« zwei unendlich ferne Punkte. Aber es kann offenbar solche Geraden nicht

1) Milau, Aus den Grenzgebieten der Mathematik und Philosophie, S. 32.

2) Vgl. auch Natorp, Zu den log. Grundlagen der neueren Mathematik, II. Arch. f. system. Philos., VII, S. 207.

in allen möglichen »Richtungen« geben, denn alle jene unendlich fernen Endpunkte der Geraden bilden zusammen eine reelle gekrümmte Fläche zweiter Ordnung. Da aber auf der Grenzfläche des hyperbolischen Raumes (nach Lindemann) die euklidische Geometrie gilt, so besitzen wir eigentlich gar kein Kriterium zur Unterscheidung von Ebenen und solchen hyperbolischen Grenzflächen. Ja, vielleicht ist unser ganzer gegebener Raum nur die 3-dimensionale Grenzform eines 4-dimensionalen hyperbolischen Raumes.

Der gegebene Raum der Wirklichkeit wird im Gegensatz zu den nicht-euklidischen als ebener oder auch als parabolischer Raum bezeichnet. Das hat auch ohne jede Bezugnahme auf nicht-euklidische Geometrie und metageometrische Raumformen seine Berechtigung, da neben der Geraden und dem Kreise die Parabel unter allen im Raume möglichen Curven eine ganz eigenartige bevorzugte Stellung einnimmt, indem sie sich nämlich stets selbst ähnlich bleibt. Wenn man bei der Betrachtung der Raumgebilde unter Annahme der Relativität aller Größen den Factor der absoluten Größe vernachlässigt und nur die Gestalt in Betracht zieht, so gibt es nur eine Gerade, nur einen Kreis und eine Parabel. Mit anderen Worten: Alle Parabeln sind einander ähnlich. Es hätte daher einen gewissen Sinn, den ebenen oder geraden Raum auch den sphärischen oder parabolischen zu nennen.

Es muss übrigens anerkannt werden, dass die Begründer der neuesten, bereits unter dem Einfluss der projectivischen Geometrie stehenden Phase der Metageometrie nicht so sehr von nicht-euklidischen Räumen, als von nicht-euklidischer Geometrie reden, und Cayley hat es direct ausgesprochen, dass »nicht-euklidischer Raum« von vornherein ein unzulässiger Begriff sei. Damit aber gesteht man doch gewissermaßen zu, dass die metageometrischen Speculationen im Grunde genommen mit räumlichen Dingen nichts zu thun haben; dann sollte man aber consequenter Weise auch nicht von »Geometrie« dabei reden, sondern die Producte dieser Speculationen als das bezeichnen, was sie sind, nämlich analytische Formeln der an und für sich stets auf das Eindimensionale beschränkten Größenlehre, die man auf den allseitig ausgedehnten Raum und seine nicht 1-dimensionalen Verhältnisse nur so weit anwenden kann, als sich dabei keine Widersprüche ergeben.

Man hat gesagt[1]: Man könne zwar ein Minder von Dimensionen, nämlich einen 2-dimensionalen Raum, intuitiv auffassen, ein Mehr nicht. Aber die Abstraction sei nicht an das Intuitive gebunden, und man könne daher mit derselben Berechtigung von n-fach Ausgedehntem reden, wie etwa von negativen und imaginären Zahlen. Hiergegen muss zunächst eingewandt werden, dass Niemand einen rein 2-dimensionalen Raum intuitiv aufzufassen im stande ist[2]. Wir können uns, wie wir weiter unten sehen werden, Flächen auch nur im allseitig ausgedehnten Raum vorstellen oder denken. Ferner sind negative und imaginäre Zahlen anerkanntermaßen rechnerische Hülfsbegriffe, die ihrer alogischen Eigenschaften wegen am Ende des Calcüls wieder ausgemerzt sein müssen. Der Raum von n-Dimensionen dagegen soll doch so eine Art Wesenheit sein, die den gegebenen »3-dimensionalen« Raum als speciellen Fall einschließt. Uebrigens könnte man diese an die Intuition nicht gebundene Abstraction mit dem gleichen Rechte auch für andere Gebiete als das des Raumes in Anspruch nehmen. So könnte man verlangen, dass die ja ebenfalls 3-dimensional genannten Systeme der optischen und akustischen Empfindungen als beschränkte und specielle Fälle von Systemen höherer Ordnung von Licht- resp. Schallempfindungen aufgefasst würden. Die wissenschaftliche Berechtigung einer solchen Pan-Optik und Meta-Akustik ist um nichts geringer als diejenige der modernen Ueber-Mathematik.

Ein anderer Gesichtspunkt, welcher der Hypothese von der vierten und den höheren Dimensionen Vorschub leistet, ist der folgende: Die erste Potenz der Zahlen drückt lineare, die zweite Flächengrößen aus, die dritte bezeichnet Körpergrößen. Sollten da nun die vierte, die fünfte und die höheren Potenzen nicht auch etwas Ausgedehntes repräsentiren? Nun ist diese Analogie zwischen Dimensionen und Potenzen aber eine ziemlich unvollkommene. Da $x^0 = 1$ ist, so müsste die nullte Potenz die Einheit ausdrücken, und da die Einheit nicht wieder eine lineare Größe sein könnte, — denn lineare Größen werden durch die erste Potenz repräsentirt — so müsste man den Punkt als Einheit ansehen. Was würde dann aber aus den räum-

---

1) Liebmann, Zur Analysis der Wirklichkeit, S. 57.
2) Vgl. auch Wundt, Logik I, S. 494.

lichen Repräsentanten der Potenzen mit negativen und gebrochenen Exponenten? Ist es somit ausgeschlossen, den Parallelismus zwischen Potenzen und Dimensionen nach unten hin über das Gegebene hinaus fortzusetzen, so fehlt auch jede Veranlassung dies nach oben zu thun.

Dass man Flächen als zweite, Körper als dritte Potenzen betrachten kann, in der Rechnung, stellt nichts mehr als eine zufällige Analogie dar, so wie man auch die Reihe der farblosen Lichtempfindungen als 1-dimensionale und das gesammte System der Licht- und Farbenempfindungen als 3-dimensionale Mannigfaltigkeit darstellt. Eben so wenig wie Licht und Farbe an sich etwas mit Coordinaten zu thun haben, eben so wenig bestehen von Hause aus jene Beziehungen zwischen Raumgebilden und Potenzen. Der Ausdruck a^2 bedeutet nicht nothwendig eine quadratische Fläche, noch $a\,b$ ein Rechteck. Diese Ausdrücke können eben so gut einfache lineare Größen bezeichnen. Die Zahl 64 kann eine gerade Linie von der Länge 64, ein Quadrat von der Seitenlänge 8 und einen Würfel von der Kantenlänge 4 bezeichnen.

Mit demselben Rechte, mit welchem man für die höheren Potenzen Raumcorrelate verlangt, könnte man auch Folgendes annehmen: In der gewöhnlichen Algebra ist nur für den einen Fall der Zahl 16 $n^y = y^n$. In keinem anderen Fall kann man Basis und Exponent vertauschen, ohne den Werth der Function zu ändern (sog. Commutationsgesetz, wodurch sich die Operation dritter Ordnung von den niederen unterscheidet). Nun kann man die Einführung einer Algebra verlangen, von welcher die thatsächlich durch die räumliche und logische Natur unserer Bewusstseinsthätigkeit gegebene nur einen Specialfall bildet, und bei welcher auch für das Potenziren und die höheren Operationen vierter und weiterer Ordnung das Commutationsgesetz gilt.

Ebenso könnte man sagen: In der gewöhnlichen Arithmetik ist

$$\sum_{s=0}^{s=p-2}(n^s)$$

ohne Rest theilbar durch p, wenn p eine absolute Prim ist. Nun verlangen wir, dass man diese unvollkommene Arithmetik als speciellen Fall einer umfassenderen, höheren unterordnet, in der das obige

Gesetz nicht nur für Primzahlen, sondern für alle ungeraden Zahlen gilt.

Auch aus folgendem Grunde ist die Analogie zwischen Dimensionen und Potenzen eine ungenügende und schiefe: Man kann die Multiplication aus der Addition, die Potenzirung aus der Multiplication ableiten, d. h. die Operation höherer Ordnung als eine Wiederholung der Operationen niederer Ordnung darstellen. Man kann aber nicht die Ebene aus der linearen Ausdehnung, den Raum aus der Ebene ableiten, ohne jedes Mal ein ganz neues, räumliches Moment einzuführen. Durch arithmetische Operationen mit linearen Größen erhält man immer wieder lineare, durch rechnerische Operationen mit Flächengrößen immer wieder Flächengrößen. Es ist zwar ganz richtig, dass ein Rechteck, das 20 m lang und 5 m breit ist, 20×5 Quadratmeter, d. h. quadratische Flächen von 1 m Seitenlänge enthält. Wenn man die Maßzahlen der linearen Seitengrößen multiplicirt, so erhält man die Maßzahl der Fläche auf die Flächeneinheit (die als Seitenmaß die Linieneinheit hat) bezogen. Es hat aber noch niemand bewiesen, dass die lineare Maßeinheit, mit sich selbst multiplicirt, die Einheit des Flächenmaßes ergibt. Es besteht eine Coincidenz der zweiten und dritten Potenz mit den Maßfactoren von Ebene und Körper, nicht aber mit Ebene und Körper selbst.

Mit welchen wunderbaren, mathematischen Eigenschaften man übrigens die geometrischen Gebilde der höheren Dimension begaben muss, möge aus dem folgenden Beispiel geschlossen werden, welches nicht über die vierte Dimension hinausgeht: Wenn a^1 eine Linie, a^2 ein Quadrat von der Seitenlänge a und a^3 einen Würfel repräsentirt, so bedeutet a^4 einen 4-dimensionalen Körper. Wie ein Quadrat von 4 Seiten, ein Würfel von 6 quadratischen Flächen begrenzt wird, so wird dieses 4-dimensionale Raumgebilde von 8 Würfeln begrenzt. Seine Ecken und Kanten werden nicht von Flächen sondern von Körpern, jenen begrenzenden Würfeln, gebildet; so hat es z. B. 16 vierdimensionale Ecken u. s. w.[1]).

In allen diesen Speculationen über nicht-euklidische Geometrie, höhere Dimensionen, Räume höherer Ordnung, hat man meines Er-

1) Hermann Schubert in: The Monist III, p. 433 f.

achtens zwei außerordentlich folgenschwere Irrthümer begangen: Man hat sich einerseits nicht vergewissert, ob der Begriff der Dimension, nach der ausdrücklich gegebenen oder stillschweigend acceptirten Definition, überhaupt eine eindeutige und widerspruchslose Anwendung auf den Raum und räumliche Verhältnisse zulässt; und man hat anderseits die herkömmliche Dreizahl der Dimensionen des gegegebenen Raumes kritiklos als etwas Selbstverständliches, in der Natur des Raumes liegendes angenommen, das über jeden Zweifel erhaben ist und keiner Untersuchung bedarf. Hier muss die Correctur einsetzen. Es muss zunächst festgestellt werden, welche Definitionen des Begriffs der Dimension möglich und zulässig sind und ob eine derselben die Anwendung dieses Begriffes auf andere Räume als den gegebenen gestattet. Es muss sodann zweitens untersucht werden, ob die allgemein angenommene 3-Dimensionalität des Raumes unserer Anschauung wirklich den Charakter einer Thatsache oder gar einer Denknothwendigkeit besitzt. Der Behandlung dieser Probleme ist der folgende Abschnitt gewidmet.

Zweiter Theil.

Kritik der Lehre von den Dimensionen.

V. Definition des Dimensionsbegriffes.

Diejenigen, die den Raum als speciellen Fall einer Mannigfaltigkeit höherer Ordnung ansehen, definiren eine n-fach ausgedehnte Mannigfaltigkeit als eine solche, in welcher die Beziehungen eines Elementes zu allen andern Elementen und zur Gesammtheit des Systems durch einen Ausdruck mit n von einander unabhängigen Variabeln eindeutig bestimmt ist[1]). Der Dimensionsbegriff, so definirt, hat mit dem Raume wenig oder nichts zu thun. Allerdings kann man die herkömmlichen drei Dimensionen des Raumes oder die Cartesianischen Coordinaten nun auch als eine solche dreifache Mannigfaltigkeit betrachten. Das gibt aber Niemand ein Recht alles, was unter

1) Whitehead, A Treatise on Universal Algebra, p. 17.

diesen neuen Dimensionsbegriff, der vom Raum unabhängig ein Erzeugniss der Größenlehre bildet, jederzeit wieder auf Räumliches anzuwenden. Die n-dimensionale Mannigfaltigkeit ist, so lange die Dimensionen nicht im Anschluss an eine wirklich vorhandene qualitative Mannigfaltigkeit interpretirt werden können, weiter nichts als ein reines (also 1-dimensionales) Größengebilde mit n-Variabeln.

Daher wird man auch analytisch mit diesem Dimensionsbegriff nicht mehr leisten können, als mit dem bisherigen Begriffe der Variabeln. Ob ich von einer n-dimensionalen Mannigfaltigkeit oder von einer Mannigfaltigkeit von n-facher Variabilität spreche, ist nur eine Frage des Ausdrucks. Es kann nach obiger Definition ein Ausdruck, der analytisch 3-dimensional ist, etwas räumlich 2-dimensionales bezeichnen und umgekehrt. Wenn man Curven nur vom Standpunkt des Längenmaßes betrachtet (wie das mit den geodätischen Linien von Kegel- und Cylindermantel gethan werden muss, wenn man diese Flächen zu denen vom Krümmungsmaß 0 rechnen will), so sind sie 1-dimensional, obgleich geometrisch jede Krümmung einer Linie die zweite Dimension voraussetzt. Anderseits kann das, was im Raume geradlinig ist, analytisch unter Anwendung der obigen Definition betrachtet, mehr-dimensional sein. Zwei sich gerade auf einander zu bewegende Massen ertheilen sich gegenseitig gewisse Beschleunigungen. Wenn ich die Gleichung für die Entfernung beider Massen in irgend einem Zeitpunkt aufstelle, so erscheinen die beiden Beschleunigungen darin als unabhängige Variabele. Obgleich die Bewegung räumlich, weil geradlinig, 1-dimensional ist, so muss sie doch analytisch durch eine Mannigfaltigkeit von 2 Dimensionen ausgedrückt werden. Jede ungleichförmig beschleunigte, geradlinige Bewegung ist nach obiger Definition »mehr-dimensional«. Hier gerathen also der analytische Dimensionsbegriff und der räumliche in directen und unlösbaren Widerspruch zu einander.

Nun sagen die Mathematiker: Wir meinen auch gar nicht immer etwas Räumliches, wenn wir von Dimensionen sprechen. Dann muss man aber fragen: Warum gebraucht ihr denn diesen Ausdruck mit allgemein anerkannter, räumlicher Bedeutung? Warum redet ihr nicht einfach von Variabelen? Hierbei geht es eben wie überall, wo man einem Worte mit geläufiger Bedeutung einen neuen Sinn unterzuschieben für nützlich hält. Man mag noch so sehr versichern, der

neue Gebrauch habe mit dem alten gar nichts gemein, man habe nur das Wort gewählt, weil das Kind doch einmal einen Namen haben muss; ein wenig später oder ein paar Seiten weiter unten im Buche wird die alte Bedeutung, bewusst oder unbewusst, doch ganz leise wieder eingeschmuggelt.

Man hat daher statt der »Räume« höherer Ordnung die Ausdrücke »Raumoide«[1]) und »Ordnungssysteme« und statt »Dimension« »Scala« vorgeschlagen. Aber selbst dies erscheint überflüssig, da die Bezeichnungen Mannigfaltigkeit und Variabilität vollständig ausreichend sind. Benno Erdmann[2]) ist der Ansicht, dass sich durch die gebräuchlichen Bezeichnungen (Raum von n Dimensionen u. s. w.) »nicht wenige grobe und feine Missverständnisse, besonders bei den philosophischen Beurtheilern, gebildet haben.« Und zwar sollen die fraglichen Bezeichnungen bei den Philosophen nicht sowohl die Ursache, sondern den »willkommenen Anlass« für die Missverständnisse bilden. Da, scheint mir, hat der Philosoph Erdmann seine Berufsgenossen doch gar ungerecht mitgenommen. Die Philosophen haben sich bis jetzt darauf beschränkt, unlogische und widerspruchsvolle Begriffe gebührend zurückzuweisen, während die besagten Missverständnisse im mathematischen Lager selbst entstanden sind, wo man über Bedeutung und Tragweite der metageometrischen Speculationsproducte durchaus nicht einig ist. Was kann die Philosophie dafür, dass der eine Mathematiker, Cayley, die Anwendung der nicht-euklidischen Geometrie auf außerempirische »Räume« als von vornherein verfehlt verwirft, während der andere, Helmholtz, mit einer Zuversicht von nicht-euklidischen und krummen Räumen spricht, als könne er sie jeder Zeit mit dem Zollstab ausmessen. Wenn sich, wie Erdmann[3]) glaubt, »die Begriffe jener Räume mit all' jener Klarheit und Deutlichkeit bilden lassen, welche die discursive Natur der begrifflichen Erkenntniss überhaupt zulässt«, so muss es doch auch den Mathematikern ein Kleines sein, diese Begriffe widerspruchslos mit Klarheit und Deutlichkeit und in unzweideutigen Ausdrücken zu definiren und zwar so, dass der gesunde Menschenver-

---

1) Lotze, Metaphysik, S. 241.
2) Die Axiome der Geometrie, S. 49.
3) A. a. O., S. 135.

stand, der ja die übrige Mathematik doch auch acceptirt hat, keinen Anstoß findet. Dass es aber zu solchen Missverständnissen zwischen Mathematik und Philosophie, zu solchen Widersprüchen innerhalb der mathematischen Begriffssphäre überhaupt kommen konnte, daran trägt nicht zum mindesten der Umstand schuld, dass die Mathematiker, anstatt der alten pädagogischen Regel eingedenk zu bleiben, wonach man eine Sache um so besser kennt, von je zahlreicheren und verschiedeneren Standpunkten man sie betrachtet hat, gar zu geneigt sind, unter Vernachlässigung der Anschaulichkeit alles auf eine einzige, ganz einseitige Darstellungsweise, das analytische Verfahren, zu reduciren. Man kann sich in dieser Hinsicht der scharfen aber treffenden Kritik nur anschließen, die Schmitz-Dumont der einseitigen und unklaren, analytischen Symbolik zu Theil werden lässt[1]).

Wir sehen somit: Der analytische Dimensionsbegriff lässt sich nur in gewissen Fällen — und auch dann nur in einer willkürlichen, nicht in der Natur der Sache begründeten Weise — auf den Raum anwenden und geräth nicht selten mit dem räumlichen Dimensionsbegriff in directen Widerspruch. Uebrigens werden wir weiter unten sehen, dass sich die räumlichen Dimensionen nur dann dem analytischen Begriffe der n-fach ausgedehnten Mannigfaltigkeit einordnen lassen, wenn man sie als vertauschbare Coordinaten auffasst, wobei die Zahl derselben willkürlich wird. Die Geometrie des n-fach ausgedehnten Raumes repräsentirt daher keineswegs jene höchste und absolute Geometrie, von der Kant einmal träumte, sondern sie ist lediglich ein ungenauer und unpassender Ausdruck für eine Größenlehre der n-fachen Mannigfaltigkeiten.

Eine zweite Möglichkeit den Begriff der Dimension zu definiren ist durch die Thatsache nahegelegt, dass räumliche Dimensionen und Potenzen sich in einem gewissen Grade entsprechen. Eindimensionale Gebilde, d. i. gerade Linien können bei geradlinigen Coordinaten stets durch eine Gleichung ersten Grades dargestellt werden. Gekrümmte, also die zweite Dimension voraussetzende Curven bedürfen einer Gleichung mindestens zweiten Grades. Damit aber hört die Analogie auch schon auf; denn es gibt auch Curven dritten, vierten

1) Schmitz-Dumont, Naturphilosophie und exacte Wissenschaft, S. 148 ff.

und höheren Grades in der Ebene, also im Zweidimensionalen. Auch schon aus dem Grunde ist die Beziehung zwischen Potenzen und Dimensionen eine ziemlich lose, weil sie geradlinige Coordinaten voraussetzt. Bei Polarcoordinaten stellt sich die Sache anders dar. Wir werden aber weiter unten sehen, dass die Cartesianischen Raumcoordinaten gerade wegen ihrer Vertauschbarkeit nicht geeignet sind die räumlichen Dimensionen zu repräsentiren.

Ein Dimensionsbegriff, der sich weit besser mit wirklichen Eigenschaften der räumlichen Anschauung deckt, ergibt sich aus der Betrachtung der Raumgebilde im Verhältniss zu ihren Grenzen. Schreiben wir einem nach allen möglichen Richtungen im Raume ausgedehnten Raumtheile n Dimensionen zu, so können wir übereinkommen, das Raumgebilde, das die Grenzen eines solchen allseitig ausgedehnten Raumtheiles bildet, als ein solches von $n-1$ Dimensionen zu bezeichnen. Das ist aber nur zulässig unter der ausdrücklichen Bedingung, dass wir unter Dimension nicht etwa Richtungen verstehen. Denn bei dem Uebergang von n zu $n-1$ Dimensionen geben wir nicht eine, sondern viele Richtungen preis. Ebenso können wir dann die Grenze des $n-1$-dimensionalen Gebildes $n-2$-dimensional nennen u. s. w. Bezieht man diesen Dimensionsbegriff auf alle in Frage kommenden Möglichkeiten hinsichtlich der Raumgebilde (Körper, Flächen, Linien, Punkte), so sind 4 Dimensionen anzunehmen; beschränkt man ihn dagegen entweder auf die begrenzten (Körper, Fläche, Linie) oder auf die begrenzenden Gebilde (Fläche, Linie, Punkt), so haben wir drei Dimensionen. Dabei ist es gleichgültig, ob man die Dimensionen bei dem unbestimmtesten Raumgebilde, dem allseitig ausgedehnten, unbegrenzten (d. i. unendlichen) und daher unbeweglichen (weil die Bewegung selbst erst möglich machenden) Raume oder bei dem bestimmtesten, dem Punkt, zu zählen anfängt. Bei begrenzten Körpern und Flächen beruht die größere Bestimmtheit eben darauf, dass sie durch die bestimmteren Gebilde begrenzt sind.

Von allen Dimensionsbegriffen ist dieser auf die möglichen Formen der Raumgrenzen basirte der berechtigtste, da er der einzige ist, der seine Begründung in der Natur der räumlichen Anschauung findet. Er lässt sich aber rechnerisch nicht wohl verwerthen, da die Dimensionen hier qualitativ verschiedene Dinge sind und mehr eine Ordnung, als eine Anzahl darstellen. Man spricht in diesem Sinne von

einem 3-dimensionalen Gebilde, weil dasselbe in die dritte Gruppe der so geordneten Raumgebilde gehört. Aber man kann in dem 3-dimensionalen Gebilde nicht etwa die einzelnen Dimensionen als Richtungen oder irgend sonst etwas aufzeigen. Man kann aus der linearen Größe, ohne etwas ganz neues hinzuzufügen, nicht Flächengrößen ableiten, und aus den letzteren nicht Körper construiren, ohne dabei Begriffe einzuführen, wie beispielsweise die Bewegung, die den voll ausgedehnten Raum schon voraussetzen. Ebenso kann man von Körpern auf Flächen nur dadurch kommen, dass man von etwas, was den Körpern als wesentlich und charakteristisch zukommt, abstrahirt. Darum ist es aber auch nicht gestattet, diese auf die Grenzverhältnisse des Raumes bezugnehmende Betrachtungsweise in umgekehrter Richtung jenseits des gegebenen Raumes fortzusetzen. Der allseitig ausgedehnte Raum ist die erste und Hauptbedingung für die Möglichkeit solcher Grenzbeziehungen, kann also selber nie Grenze sein. Nun wird man einwenden, die Ebene sei ja auch die Bedingung der linearen Grenzbeziehung und doch selbst Grenze der 3-dimensionalen Gebilde. Das ist aber nicht richtig. Denn erstlich ist nicht die für sich existirende Ebene, sondern nur die im allseitig ausgedehnten Raume gedachte Ebene — eine andere gibt es nicht — in Anschlag zu bringen; und zweitens ist gar nicht die Ebene als solche, sondern die Fläche die Vorbedingung linearer Begrenzung. Die Fläche aber kann gekrümmt sein und setzt daher in allen Fällen den allseitig ausgedehnten Raum voraus.

Dazu kommt, dass diese Dimensionen mit dem, was man gewöhnlich Dimension nennt, nur lose zusammenhängen. Denn nach dem geläufigen Gebrauch dieses Wortes ist nur die Gerade 1-dimensional, nur die ebene Fläche 2-dimensional. Gekrümmte Flächen, Curven, können nur als 2- resp. 1-dimensional betrachtet werden, wenn man sie lediglich mit Rücksicht auf das Größenmaß betrachtet und ihre Krümmung vernachlässigt. Es sind daher diese Dimensionen, die wir der Einfachheit halber als Grenzdimensionen bezeichnen wollen, im Grunde genommen nur Allgemeinbegriffe für mögliche Gebilde im allseitig ausgedehnten Raum. Sie sind qualitativ verschieden und nicht coordinirt, daher auch nicht vertauschbar, wie Erdmann meint. Nach Erdmann soll ja gerade die Vertauschbarkeit der Dimensionen den Unterschied zwischen dem Raume und anderen 3-dimensionalen Mannigfaltigkeiten (Farben,

Töne) ausmachen. Man kann daher diese Dimensionen nie und nimmer zu einem festen, oder für einen bestimmten Fall als fest angenommenen, Gerüst für die messende Raumbetrachtung zu einem Coordinatensystem machen. Sie sind vor allem eben keine Richtungen im Raum.

Man wird geneigt sein, einzuwenden, dass ich bei dieser Betrachtungsweise die Wichtigkeit des Lothes außer Acht lasse. Man gelangt, so wird man sagen, in der Richtung der Normalen auf einer Fläche oder Curve in die nächsthöhere Dimension; und man kann somit der Normalen geradezu die Rolle ertheilen, diese Dimension zu repräsentiren. Dies ist aber nicht richtig, denn die Wahl der Normalen, einerlei welche Vortheile sie auch in anderer Hinsicht bieten mag, ist hierbei ganz willkürlich, da jede andere gerade oder krumme Linie dasselbe leistet. Es gibt in jedem Punkte einer Curve oder Fläche unendlich viele Richtungen, in welchen man den Uebergang zur nächsthöheren Dimension vollziehen kann. Ueberdies sind die Normalen auf Curven und krummen Flächen nicht parallel und es wäre somit für jeden Punkt der letzteren eine andere Richtung die nächsthöhere Dimension.

Auch Riemann's Definition der Dimension gehört eigentlich hierher, obgleich er bei der Anwendung des Dimensionsbegriffes das qualitativ Verschiedene nachher nicht mitspielen lässt. Wenn eine n-fach ausgedehnte Mannigfaltigkeit auf bestimmte Art in eine andere, völlig verschiedene übergeht, so haben wir eine $n + 1$- oder $n - 1$-fach ausgedehnte Mannigfaltigkeit. Gerade die »bestimmte Art« des Uebergangs und die »völlige Verschiedenheit« sollten aber den Mathematiker verhindern, die Dimensionen als reine Quantitäten, Coordinaten zu behandeln. Uebrigens verkennt Riemann den Grenzcharakter der Dimensionen nicht, denn jedes $n-1$-dimensionale Gebilde trennt nach ihm das n-dimensionale in zwei völlig geschiedene Theile. Aber gerade solche Bestimmungen machen den Dimensionsbegriff einerseits ganz unfähig, auf etwas anderes als den gegebenen Raum angewendet zu werden, und bewirken anderseits, dass man zwar von Gebilden von 1, 2, 3 Dimensionen sprechen kann, dass man aber nirgends das Ding vorzeigen kann, welches Dimension heißt. Deshalb geräth man bei dem Riemann'schen Dimensionsbegriff auch sofort in Widersprüche,

wenn man ihn auf andere Mannigfaltigkeiten, etwa auf die der Farben oder Töne, anwenden will.

Während die beiden ersten der gegebenen Definitionen der Dimension rein analytisch waren und kein Recht beanspruchen können auf den Raum bezogen zu werden, ist die vorliegende, auf die Raumgrenzen bezugnehmende durchaus geometrisch. Dasselbe ist der Fall mit der gewöhnlichen und gebräuchlichsten Definition, wonach die Dimensionen Richtungen, und zwar Grundrichtungen im Raume sind. Diese Definition ist Jedermann geläufig. Sie wird uns gewissermaßen schon in dem Anschauungsunterricht der ersten Schuljahre eingeimpft, wenn wir lernen, dass jeder Körper eine Länge, Breite und Dicke (auch manchmal Höhe oder Tiefe genannt) habe. Wir machen aber gar keinen Gebrauch von dem Dimensionsbegriff, bis wir uns mit der Anwendung der Mathematik auf praktische Probleme zu beschäftigen haben und dann auf jene Definition unsere ganze analytische Geometrie aufbauen. Wenigstens halten wir sie für die unerschütterliche und unumgängliche Grundlage derselben. Wir machen es noch heute wie Descartes, der, wie Sigwart sich ausdrückt, mit dem Begriffe der extensio in longum, latum et profundum arbeitet, als ob derselbe keiner weiteren Analyse bedürfe[1]). Es bleibt nun zu untersuchen, ob dieser so geläufigen Betrachtungsweise wirklich eine solche grundlegende Bedeutung zukommt. Gibt es in der That Richtungen im Raume, oder Richtungsverhältnisse, die eine derartige Bevorzugung, eine solche Ausnahmestellung als maßgebende Factoren der Raumanschauung und Raummessung gerechtfertigt erscheinen lassen? Da diese Frage nach der Berechtigung der Annahme absoluter oder relativer Grundrichtungen im Raume in engster Beziehung zu derjenigen nach der Anzahl dieser Grundrichtungen oder Dimensionen steht, so dürfte es sich empfehlen, beide Probleme gemeinsam und im Zusammenhange zu behandeln, welchem Zwecke die Betrachtungen des folgenden Capitels dienen mögen.

VI. Die Zahl der Dimensionen.

»Der gegebene Raum hat drei Dimensionen«. Das ist der Satz, den Jedermann als selbstverständlich hinzunehmen gewohnt ist und den

1) Sigwart, Logik II, S. 63.

die Mathematiker und Philosophen fast ohne Ausnahme zu dem Range eines apriorischen Axioms, oder, sofern sie als waschechte Empiriker alles Apriorische und Axiomatische perhorresciren, wenigstens zu dem eines »nothwendigen« oder unvermeidlichen »Postulates« erhoben haben[1]). Nach Grassmann ist die Raumlehre, die einen speciellen Fall der allgemeinen Ausdehnungslehre bildet, an die drei Dimensionen des Raumes gebunden, während die abstracte Ausdehnungslehre von diesen Schranken freibleibt[2]). Grassmann's abstracte Ausdehnungslehre ist aber keineswegs die weiter oben von uns geforderte, gänzlich von der Größenlehre befreite. Uebrigens erklärt Grassmann, dass es nicht möglich sei die Nothwendigkeit der drei Dimensionen aus den Gesetzen des Denkens abzuleiten.

Nach Riemann ist es eine Voraussetzung, welche bei jeder Auffassung der Außenwelt angewandt wird, dass der Raum eine unbegrenzte, dreifach ausgedehnte Mannigfaltigkeit sei. Wir gelangen bei dem gegebenen Raum durch dreimaligen Uebergang vom begrenzten zum begrenzenden Raumgebilde zum nicht weiter zerlegbaren Raumelement, dem Punkt. Auch für Helmholtz ist die dreifache Ausdehnung des gegebenen Raumes eine erste Voraussetzung, und Erdmann definirt den Raum als eine »stetige Größe,

---

1) Mit dieser beliebt gewordenen Ausdrucksweise drückt man sich sachte um die Anerkennung des wesentlichen Unterschieds zwischen der Gewissheit des thatsächlichen Erfahrungsinhaltes und derjenigen der mathematischan Axiome und ihrer widerspruchslosen Derivate herum, eines Unterschieds, den der moderne Empiriker zwar fortwährend in seinen eigenen Darstellungen benutzt, den er aber principiell nie zugestehen darf. Ich habe nie einsehen gelernt, wie man zu nothwendigen, allgemeingültigen Theorien und Postulaten gelangen kann, ohne von nothwendigen Axiomen auszugehen; es sei denn, dass es mit der Nothwendigkeit der Postulate und Theorien nicht weit her ist. J. Schultz (S. 126) fasst die Entstehung dieser axiomatischen Postulate sogar in ganz darwinistischer Weise auf: sie haben sich aus dem Denken niederer Lebensformen (Thiere), die noch nicht axiomatisch dachten, nach und nach entwickelt. Da muss man sich aber doch wundern, dass diese Entwicklung qualitativ so ganz gleichartig, d. h. ohne jede Variation der Arten verlief, so dass die so »entwickelten« Axiome allgemeine Gültigkeit erlangten und behalten, anstatt wie die physische bei den Thieren hier scharfe Zähne, dort flinke Beine und bei andern stattliche Hörner hervorzubringen. Aber vielleicht bin ich im Irrthum mit diesem Argument. Vielleicht ist die Metageometrie in diesem Sinne als Merkmal einer neuen Varietät aufzufassen, hinter welcher die »Euklidischen« in atavistischer Beschränktheit zurückbleiben müssen.

2) Grassmann, Ausdehnungslehre, Anhang III, 1877 (S. 297 der engl. Ausg.).

deren Elemente durch drei unabhängige Variabele eindeutig bestimmt sind.« Als erstes Axiom der euklidischen Geometrie gilt ihm der Satz: Der Raum ist eine dreifach ausgedehnte (in sich congruente, ebene) Mannigfaltigkeit.

Bei neueren Schriftstellern findet sich hier und da eine Tendenz, die Dreidimensionalität nicht als letzten elementaren Grundsatz aufzufassen, sondern ihn in Bestandtheile zu zerlegen. So besteht dieselbe nach Russel[1]) aus einem apriorischen und einem empirischen Theil. Der apriorische besagt, dass der Raum eine endliche ganze Zahl von Dimensionen haben müsse; der empirische, dass wir thatsächlich finden, dass es drei sind. Dabei sei die Gewissheit der Dreizahl der Dimensionen fast so groß wie die des apriorischen Elementes.

Die empirische Dreidimensionalität des Raumes ist vielfach physiopsychologisch zu begründen gesucht worden. Man sucht sie auf drei verschiedene Empfindungsreihen des Bewegungssinnes (Innervations- oder Muskelempfindungen), auf eine Dreiheit von Richtungsgefühlen (Riehl, Heymans) zurückzuführen; und man bringt sie sogar mit der Dreizahl der Bogengänge des Gehörlabyrinths in Verbindung.

Die Thatsächlichkeit der Dreidimensionalität scheint jedoch meines Wissens von Niemandem bestritten zu werden; und ebenso scheint von Mathematikern wie von Nichtmathematikern als ganz selbstverständlich und keines Beweises bedürftig angenommen zu werden, dass man diese drei Dimensionen als Richtungen im Raume, Grundrichtungen, sog. Coordinaten auffassen dürfe. Beide Annahmen aber scheinen mir sehr die Kritik herauszufordern. Wir werden daher das geläufige Urtheil »Der Raum hat drei Dimensionen, welche sich als drei auf einander senkrechte Richtungen darstellen lassen«, einer eingehenden Prüfung auf seinen wahren Werth unterziehen müssen.

Ein Mensch, der nie etwas von Philosophie gehört und keine Logik gelernt hat, wird zwar weder die Aristotelischen noch die Kantischen Urtheilsformen kennen. Aber wenn er nicht lediglich gedankenlos und kritiklos nachspricht, was er von andern hört, sondern selbst denkt, so wird er doch ausfindig machen, dass es, abgesehen von den falschen, d. h. einen Widerspruch enthaltenden, und

1) The Foundations of Geometrie, p. 161—163.

unwahren, d. h. mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmenden, Urtheilen, drei ganz verschiedene Arten von Urtheilen gibt. Er wird diese drei Arten unterscheiden, auch wenn er sie nicht mit besonderen Namen zu belegen gelernt hat. Der Name und die sprachliche Form der Urtheile haben mit dieser Unterscheidung wenig oder nichts zu thun[1]). Ja, derselbe Satz kann für alle drei Urtheilsarten stehen. Der Satz »der Raum hat drei Grundrichtungen (Ausmessungen) oder Dimensionen« kann demnach drei verschiedene Gedanken oder Gedankengänge repräsentiren. Er kann erstlich bedeuten, dass der Raum nothwendiger und unumgänglicher Weise als 3-dimensionaler gedacht werden muss. In diesem Falle läge ein Urtheil von apodictischer Gültigkeit vor, ganz wie etwa bei dem Satze: Die gerade Linie ist der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten. Das hieße also: Der Raum hat drei Grundrichtungen, und wir können es uns nicht denken, dass es anders sein könnte.

Der Satz kann aber zweitens auch Folgendes bedeuten: Der Raum hat drei Dimensionen. Es könnte zwar gerade so gut auch anders sein, nämlich dass er mehr oder weniger als drei hätte; aber es ist nun einmal so und nicht anders. Ein solches Urtheil drückt etwas Thatsächliches aus, ganz so, wie wenn ich als ein thatsächliches Erlebniss ausgebe: Ich habe Hunger, ich sehe eine rothe Fläche u. s. w. Ein solches Urtheil ist, obwohl eben so gewiss wie ein apodictisches, nur assertorisch.

Endlich ist noch ein dritter Fall möglich: Das Urtheil von den drei Dimensionen kann ganz conventionell sein; so etwa wie das, welches aussagt, dass das Wasser bei 100° Wärme siedet. Bei apodictischen und assertorischen Urtheilen handelt es sich immer um

---

1. Die Kant'sche Tafel der Urtheilsformen ist gerade deshalb von so geringem Werthe, weil sie der sprachlichen Form der Urtheile zu viel Bedeutung zumisst. Man kann Urtheile, die ihrem Inhalt nach genau übereinstimmen, so abfassen, dass sie nicht in einer einzigen Rubrik der Urtheilstafel Kant's zusammenfallen. Man betrachte die folgenden beiden Sätze: 1) Wenn in einem Dreieck zwei Seiten gleich sind, so sind auch die diesen Seiten gegenüber liegenden Winkel nicht verschieden. 2) Alle Dreiecke, welche zwei gleiche Seiten haben, müssen auch zwei diesen Seiten gegenüberliegende gleiche Winkel aufweisen. Das erste dieser Urtheile ist ein besonderes, verneinend, hypothetisch und assertorisch; das zweite ist allgemein, bejahend, kategorisch und apodictisch. Trotzdem aber bedeuten beide Urtheile genau dasselbe.

etwas, was in der Natur der Sache, die man zum Ausdruck bringen will, begründet ist; bei dem conventionellen Urtheil, obschon es wahr ist, ist dies nicht der Fall. Dass man Temperaturen oberhalb einer gewissen Grenze als Wärme bezeichnet und dass man den Spielraum von jener Grenze bis zu einer gewissen anderen Grenze in 100 Grade eintheilt, beruht auf einem für die gegenseitige Verständigung sehr nützlichen, aber dennoch ganz willkürlichen Uebereinkommen. Anderseits nimmt ein conventionelles Urtheil sofort etwas von dem Charakter des falschen und unwahren Urtheils an, wenn man den Hörer oder Leser in dem Glauben lässt oder ihn darein versetzt, dass es eine Thatsächlichkeit oder Nothwendigkeit ausdrücke.

Von welcher Art ist nun der Satz über die 3-Dimensionalität des Raumes? Wir lernen als Kinder, dass jeder Körper eine Länge, Breite und Dicke (bezw. Höhe, Tiefe) habe, dass man aber diese Grundrichtungen ziemlich beliebig festlegen kann. In einem unregelmäßig geformten Körper oder auch in einem ganz regelmäßig gebildeten, wie die Kugel, bleibt es sich ganz gleich, welche Durchmesser ich als Dimensionen annehme; nur sollen sie normal zu einander stehen. Aber auch bei andern Körpern, wie bei Polyedern, ist die Wahl nur eine durch die Convention sanctionirte. Bei einem Würfel wird man eine Kante als Höhe annehmen. Wenn ich aber eine Würfelecke als dreiseitige Pyramide aus der Erde herausragen lasse, dann wird doch eine andere Linie die Höhe. Es soll also 3 Dimensionen, geben aber man kann sie wählen wie man will; d. h. man kann der ersten eine ganz beliebige Richtung geben, die beiden andern sind dann durch die Bedingung der Rechtwinkligkeit bestimmt.

Genau so verhält sich die Sache bei dem Cartesianischen Coordinatensysteme der analytischen Geometrie. Man nimmt als Coordinatenaxen drei beliebige rechtwinklig sich schneidende Geraden an. Darin aber documentirt sich doch nur die Thatsache, dass man in jedem Punkte im Raum drei auf einander senkrechte Richtungspaare festlegen kann, und zwar auch diese noch in unendlich vielfältiger Weise. Grundrichtungen im Raume sind dadurch nicht gegeben, weder absolute noch relative. Der Punkt, auf welchen ich Nachdruck legen möchte, dürfte vielleicht bei Uebertragung auf ein anderes Gebiet klarer werden. Man denke sich beispielsweise, dass Jemand

behaupte, es gäbe drei und nur drei Grundfarben; dass man dieselben aber in dem eine stetige und in sich zurücklaufende Mannigfaltigkeit bildenden Qualitäten-Bereich der Lichtempfindungen, dem Farbenkreise, beliebig festlegen könne. Das heisst, wenn man eine beliebig bestimme, dann seien die andern gegeben. Nun ist doch auf den ersten Blick klar, dass dies gleichbedeutend wäre mit dem Zugeständniss, dass es überhaupt keine Grundfarben gibt, und dass die Reduction der unendlichen Mannigfaltigkeit von Qualitäten auf drei Grundqualitäten nur eine dem Princip der Oeconomie beim Gedankenaustausch dienende, sonst aber willkürliche Annahme ist. Ganz dasselbe gilt für die coordinirten Dimensionen. Wenn man nicht bei jedem Raumgebilde in bestimmter eindeutiger Weise sagen kann »dies sind die drei Dimensionen«; wenn man sogar zugeben muss, dass man für jeden Punkt des Raumes die drei Grundrichtungen in tausendfach verschiedener Weise festsetzen kann, dann gibt man damit eben zu, dass es überhaupt keine Grundrichtungen gibt.

Wenn es aber keine festen Grundrichtungen gibt, dann kann auch der Dreizahl der relativen, d. h. für einen gegebenen Fall gewählten Coordinaten keine in der Natur des Raumes begründete Ausnahmestellung zukommen, so sehr sich dieselbe ihrer Einfachheit wegen zur analytischen Darstellung empfiehlt. Es verhält sich nicht so, dass wir erst die Intuition oder den Begriff der Dimension haben und hernach gewahr werden, dass der Raum drei derselben besitzt. Im Gegentheil, in dem Raum, wie er als eine Bedingung und gemeinsame Eigenschaft der Erlebnisse in unserem Bewusstsein gegeben ist, finden wir von Anfang an, dass von jedem Punkte aus eine unendliche Anzahl von Richtungen oder geraden Linien möglich sind. In jedem allseitig begrenzten Raumtheil oder materiellen Körper, dem wir in der Wirklichkeit begegnen oder den wir in unserer Einbildung construiren, können wir von jedem Punkt im Innern in einer unendlichen Zahl von Richtungen Geraden ziehen oder gezogen denken, die die Grenze des Körpers, d. i. seine Oberfläche, treffen. Alles, was Ausdehnung besitzt, ist in dieser Weise allseitig ausgedehnt. Wenn wir Linien und Flächen auch ausgedehnt nennen, so wollen wir damit nicht sagen, dass diese Producte der Abstraction für sich allein in der Anschauung existiren könnten; wir können sie uns stets nur im allseitig ausgedehnten

Raume als Grenzen von Raumtheilen vorstellen. Dabei ist zu beachten, dass auch in der Ebene in jedem Punkte unendlich viele, in der Geraden aber nur zwei Richtungen möglich sind. Dies entspricht ganz genau der eigenthümlichen Thatsache, die wir überall wiederfinden, wo es sich um die qualitative Differenzirung von Mannigfaltigkeiten handelt. Es gibt in einer Mannigfaltigkeit entweder eine Qualität (d. h. also gar keine Qualitätsunterschiede) oder zwei Qualitäten (antagonistisches oder bipolares System) oder drittens unendlich viele Qualitäten (geschlossene Mannigfaltigkeit). Als Beispiel der ersten Art erwähne ich die Reihe der farblosen Lichtempfindungen oder das System der Lichtempfindungen der total Farbenblinden (Achromaten); als Beispiele der zweiten Art können die Temperatur-Empfindungen und die Farbensysteme der Dichromaten (die unter sich wieder sehr verschieden sein mögen) gelten. Zu der dritten Gruppe gehören das System der Farbenqualitäten der Polychromaten (die Helmholtz Trichromaten nannte), die Mannigfaltigkeiten der Geschmacks- und Geruchsqualitäten, die der Klangfarbe sowie die der Vocale der menschlichen Sprache. Physiologen und Psychologen haben zwar immer wieder und wieder versucht, diese stetigen, in sich abgeschlossenen Mannigfaltigkeiten in Systeme mit beschränkter Zahl von Grundempfindungen zu zwängen; aber in keiner dieser Mannigfaltigkeiten hat man die Grundqualitäten in unanfechtbarer Weise vorzuführen vermocht. Dem ganzen Bestreben der Componententheorien liegt ein doppelter Denkfehler zu Grunde. Einmal glaubt man, das Princip der Einfachheit, welches hinsichtlich der wissenschaftlichen Darstellung in Worten und Symbolen berechtigt und geboten ist, auch auf die Thatsachen selbst übertragen zu müssen. Während man sonst überall gerne zugibt, dass die Natur keine Sprünge macht, will man bei den Sinnesqualitäten von stetigen Uebergängen nichts wissen. Weil das für unsere schematische Darstellung ein wenig verwickelt wird, darum soll es auch für die Natur zu complicirt sein. Genau wie bei den Sinnesqualitäten, so glaubt man nun auch der stetigen Mannigfaltigkeit der Raumqualitäten (Richtungen) ein System von Grundqualitäten, die Dimensionen, unterschieben zu müssen.

Zweitens begehen die Componententheorien den Irrthum, dass sie die Zweitheilung im »eindimensionalen« (bipolaren) System und die

Zurückführung höherer Mannigfaltigkeiten auf eine beschränkte Anzahl von Elementen als analoge, coordinirte und gleichberechtigte Methoden betrachten. Dies ist aber, wie ich schon an anderer Stelle speciell für die Grundfarbentheorien dargethan habe[1]), ganz ungerechtfertigt. In einem antagonistischen oder bipolaren System ist die Zweiheit der Componenten nicht nur der für die Einfachheit der Darstellung günstigste, sondern überhaupt der einzig mögliche Fall. Nicht so bei höheren Mannigfaltigkeiten. Hier ist zwar die Zurückführung auf drei Grundqualitäten immer noch der für die Darstellung einfachste Fall, aber durchaus nicht der einzig mögliche, sondern nur ein aus vielen möglichen willkürlich (wenn auch vielleicht sehr brauchbar) gewählter.

Die Verschiedenheit der Richtungen im Raume ist eine qualitative, wenn sich auch die Messung auf Winkelgrößen anwenden lässt. Auch hier liegen bezüglich der Zahl der Qualitäten (Richtungen) drei Möglichkeiten vor. Es gibt entweder gar keine Richtungen, wie bei dem Punkt, dem Repräsentanten größter räumlicher Bestimmung, oder zwei Richtungen, wie bei den geraden Linien, oder unendlich viele Richtungen, wie bei der Ebene und dem allseitig ausgedehnten Raum. Der letztere repräsentirt, da es in ihm in jedem Punkte unendlich viele Ebenen gibt, von denen jede unendlich viele Richtungen besitzt, eine Unendlichkeit höherer Ordnung.

Von jedem Punkte im Raume gehen unendlich viele Richtungen aus, und keine von diesen Richtungen kann ein besonderes Recht beanspruchen, als Grundrichtung oder Dimension betrachtet zu werden. Ebenso wenig kann aber ein bestimmtes Richtungsverhältniss eine bevorrechtete Stellung beanspruchen. Im orthogonalen cartesianischen Coordinatensystem ist dem Loth und damit dem Raumwinkel von der Größe $\frac{1}{2}\pi$ eine solche Ausnahmestellung gegeben, und man hat sich durch die analytische Geometrie an die Wahl des rechtwinkligen Coordinatensystems so gewöhnt, dass sie fast als selbstverständlich, als in der Natur des Raumes begründet erscheint. Es soll gewiss nicht geleugnet werden, dass das dreiaxige, rechtwinklige Coordinatensystem sich bei der analytischen Darstellung außerordentlich nützlich erweist. Aber es ist durchaus nicht das einzige, das möglich ist, wenn es

1) Beiträge zur Kenntniss der Farbenblindheit. Philos. Studien VIII, S. 181.

auch von allen möglichen das brauchbarste sein mag. Es sind andere Systeme möglich, die sich ebenso gut als Skelett, als Gerüst für unsere analytischen Raumbetrachtungen benutzen ließen. Ich will hier nur eins erwähnen. Wenn man von dem Mittelpunkt eines regulären Tetraeders Geraden durch die Eckpunkte legt, so steht jede dieser vier Geraden zu den drei andern in gleichen Raum-(Winkel-) Beziehungen. Denkt man sich diese Linien als Coordinatenaxen, so theilen sie den ganzen Raum in vier gleiche Raumwinkel von dem Werthe π. Trotzdem hier vier sich treffende, nicht sich schneidende Coordinatenaxen vorhanden wären, so wäre doch jeder Punkt im Raum durch drei Coordinaten eindeutig bestimmt, und zwar als gemeinsamer Punkt dreier überall sich unter gleichen Winkeln schneidenden Ebenen. Es sind jedoch stets vier Bestimmungen vorhanden, da der jeweilige Fortfall einer der vier Coordinaten anzeigt, in welchem der vier Raumwinkel der betreffende Punkt sich befindet. Es ist klar, dass ein solches Coordinatensystem viele der Bequemlichkeiten (z. B. hinsichtlich der Verschiebung des Anfangspunktes) entbehren würde, die dem rechtwinkligen eigen sind; aber es hätte auch anderseits seine Vortheile aufzuweisen. So ist es beispielsweise bei diesem Systeme nicht nothwendig, positive und negative Richtungen anzunehmen, wie bei den orthogonalen und schiefwinkligen cartesianischen. Man pflegt gewöhnlich zu sagen: Zur eindeutigen Feststellung eines Punktes sind drei Bestimmungsstücke nothwendig; oder: Ein Punkt ist bestimmt durch die Angabe seiner Distanzen von drei gegebenen Punkten, Linien oder Ebenen. Oder: Jeder Punkt im Raum wird durch drei unabhängig veränderliche Coordinaten vollständig bestimmt [1]). Das ist aber nur richtig, wenn man vorher die willkürliche Entscheidung getroffen hat, welche Richtungen positiv und welche negativ zu rechnen sind. Diesen positiven und negativen Richtungen aber entspricht nichts im Raume. Nur wenn die Maßzahlen mit Vorzeichen behaftet sind, ist durch drei Coordinaten ein Punkt bestimmt. Fehlen die Vorzeichen, so hat man bei drei Bestimmungsstücken die Wahl zwischen 8 Punkten, je einen in jedem Octanten.

---

1) Heymans, Die Gesetze und Elemente des wissenschaftlichen Denkens, S. 188.

Die Lage eines Punktes ist eindeutig bestimmt, wenn seine Entfernung von mindestens vier nicht in einer Ebene gelegenen Punkten von bekannter Lage gegeben ist. Es sind stets vier Bestimmungsstücke erforderlich; aber sie müssen nicht nothwendig in Form von Distanzen oder Linearcoordinaten gegeben sein. Bei den geradlinigen dreiaxigen Coordinatensystemen ist die vierte Bestimmung in der Wahl der Vorzeichen, bei Polar-Coordinaten in der Angabe der Richtung, in welcher die Winkel-Coordinaten zu rechnen sind, versteckt. Bei dem oben erwähnten vieraxigen Systeme besteht das vierte Bestimmungsstück in dem jeweiligen Fortfall einer der vier Coordinaten.

Wenn somit die Nothwendigkeit von mindestens vier Bestimmungsstücken nicht geleugnet werden kann, warum behauptet man dann noch, Dimensionen und Coordinaten durcheinander werfend, der Raum sei dreidimensional? Wenn wir die Dimensionen als Grund- oder Coordinaten-Richtungen definiren, dann ist die Dreizahl ganz und gar conventionell. Man hat diese drei Grundrichtungen gewählt, weil sie besonders bequem sind. Man hätte aber eben so gut eine andere Zahl wählen können. Je nach der Anzahl der gewählten Grundrichtungen könnte man dann dem gegebenen Raum eben so wohl vier, fünf, sechs u. s. w. Dimensionen zuschreiben. Dass die Welt in Bezug auf die Raumanschauung, wie sich Fechner ausdrückt, nur bis drei zählen kann, ist nicht allein keine Eigenschaft der Welt, sondern es ist auch nicht einmal eine unserer subjectiven psychischen Individualität inhärirende Eigenschaft, wie Milau[1]) und mit mit ihm so viele andere meinen. Es ist vielmehr lediglich die Folge einer Convention. Wir finden es in diesem Falle recht bequem bis drei zu zählen, und wir wollen nicht weiter zählen.

Diese conventionell gewählte Dreiheit der »Coordinaten«-Dimensionen hat aber mit den weiter oben erörterten, in den Begrenzungsverhältnissen der Raumgebilde begründeten »Dimensionen«, die man ja eventuell, allerdings ungenau, auch als eine Dreiheit auffassen kann, ebenso wenig zu thun, wie etwa mit der Dreiheit der Aggregatzustände, der logischen Fundamentalgesetze oder der Möglichkeiten

---

1 Aus dem Grenzgebiet zwischen Mathematik und Philosophie, Kiel 1901, S. 26.

bei der Größenvergleichung (gleich, größer und kleiner). Wenn man aber jene auf die Grenzverhältnisse basirten Dimensionen als Dreiheit auffasst, so ist dies, wie wir sagten, ungenau, weil es zwar dreierlei Raumgrenzen, aber, wie wir weiter oben bereits hervorhoben, vier Stufen der Raumbestimmung gibt (allseitige Ausdehnung, Fläche, Linie, Punkt). Auch kann, was mit Bezug auf die Grenzdimensionen ein- oder zweidimensional ist, bei analytischer Darstellung im dreiaxigen Coordinaten-System aller drei Dimensionen (als Grundrichtungen) bedürfen; so im Falle der nicht ebenen Curven und der gekrümmten Flächen, die man nur dann als ein- resp. zweidimensional bezeichnen kann, wenn man von dem Gesichtspunkte der Grenzbestimmung ausgeht. Thatsächlich aber werden bei der anschaulichen Interpretirung der Formeln der analytischen Geometrie die zwei Dimensionsbegriffe fortwährend durcheinandergeworfen, trotzdem nur eine ganz zufällige Correspondenz zwischen ihnen besteht und trotzdem der eine rein conventioneller Art ist, während der andere wesentliche Eigenschaften der Raumgebilde zum Vorwand nimmt. Es muss hier nochmals betont werden, dass die Grenz-Dimensionen weder vertauschbar sind, noch überhaupt durch bestimmte Richtungen oder Richtungsverhältnisse im Raume repräsentirt werden können. Man sollte daher auch gar nicht von der Zahl der Dimensionen, sondern von der Ordnung der Raumbestimmungsstufe sprechen. Dabei wird es, wie wir weiter unten sehen werden, der Natur der Raumanschauung am besten entsprechen, wenn man den allseitig ausgedehnten Raum als die erste, Flächen als die zweite, Linien als die dritte und endlich die vollendete Ortsbestimmung im Raume, den Punkt, als die vierte Stufe ansieht.

Will man nun den conventionellen, aus dem rechtwinkligen Coordinatensystem entspringenden Dimensionsbegriff — und dieser ist es, mit dem die Mathematik, da wo sie in controllirbaren, auf den wirklichen Raum anwendbaren Formeln spricht, gewöhnlich operirt — eindeutig definiren, so kann diese Definition nur folgendermaßen ausfallen: Dimensionen heißen die drei aufeinander senkrecht stehenden Doppelrichtungen, die man in jedem Punkte des Raumes (und zwar in unendlich vielfacher Weise) errichten kann. Da aber nicht mehr als drei Linien sich in einem Punkte unter rechten Winkeln schneiden können, so enthält diese Definition, einerlei ob

ausdrücklich oder stillschweigend, die nothwendige Bestimmung, dass es nur drei Dimensionen geben könne[1]). Die Ausdrücke vierte Dimension, Raum von n Dimensionen u. s. w. sind dann wesenlose, eine contradictio in adjecto enthaltende Scheinbegriffe, die in dieselbe Categorie gehören, wie die vierte Dreiecksseite oder das fünfeckige Tetraeder. Sollte aber jemand behaupten, er stelle sich eben einen Raum vor, in welchem 4 oder mehr Lothe in einem Punkte möglich seinen, so hat der Hörer dieser Aussage seinerseits das Recht zu erklären, dass ein solcher Raum zusammengehört mit der Logik, in welcher Indentität gleich Widerspruch ist, und mit der Arithmetik, in welcher $2 \times 2 = 5$ und 11 gerade ist.

Gibt man dagegen bei der Definition der Dimension den Charakter derselben als Normale auf, d. h. können die Grundrichtungen, die man zu Coordinatenaxen macht, sich unter anderen als rechten Winkeln schneiden, dann ist der Zahl der Dimensionen allerdings keine Grenze gesetzt; aber es bedarf dann zur Repräsentation der höheren Dimensionen auch keiner außerempirischen oder nichteuklidischen Räume. Der gegebene Raum hat dann eben so viele Dimensionen als man Grundrichtungen annimmt. Acceptirt man die weiter oben besprochenen tetraedrischen Coordinaten, so sind es vier, wählt man die acht Würfel-Diagonalen, die den Raum in sechs vierseitige Pyramiden (ohne Basis natürlich) von dem Winkelwerthe $\frac{2}{3}\pi$ zerlegen, so hat man vier Doppeldimensionen. Ebenso ließen sich die Geraden von dem Mittelpunkte nach den Ecken des regulären Dodekaeders oder Ikosaeders als Grundrichtungen oder Dimensionen verwenden. Uebrigens braucht man nicht bei regulären Coordinaten, d. i. solchen, bei welchen jede Axe zu allen benachbarten gleiche Winkelbeziehungen hat, stehen zu bleiben. Nach Analogie der dreiaxigen schiefen Coordinatensysteme ließen sich schiefe mehraxige Systeme in unbegrenzter Zahl aufstellen. Vor allen diesen Systemen haben das übliche Cartesianische System mit drei Doppelaxen und das tetraedrische vieraxige System nur den Vortheil größerer Einfachheit und daher praktischer Verwendbarkeit voraus, nicht aber

---

1) Kirschmann, The fourth Dimension, Toronto 1896. S. auch Schmitz-Dumont, Naturphilosophie u. s. w. S. 152.

besitzen sie ein besonderes Vorrecht auf die Identificirung ihrer Grundrichtungen mit den Dimensionen des Raumes.

Auf die Entstehung des unklaren Dimensionsbegriffes der heutigen Mathematik hat neben der fortwährenden Confusion der Stufen räumlicher Grenzbestimmung mit Coordinaten oder Grundrichtungen noch ein anderer, uns so zu sagen in Fleisch und Blut übergegangener, folgenschwerer Irrthum bestimmend eingewirkt, nämlich die Vorstellung, dass alle Raumbetrachtung von dem Punkte als Raum-»Element« beginnen müsse[1]), und dass die linearen Größen bei aller Ausdehnung als das Primäre zu betrachten seien.

Der Punkt hat keine Ausdehnung. Bei diesem Satze pflegt man, da das Nicht-Ausgedehnte doch nicht räumlich sein könne, stillschweigend hinzuzudenken, dass also der Punkt etwas Nicht-Räumliches sei. Das muss sogar dem großen Philosophen und Mathematiker passirt sein, der die analytische Geometrie einführte, sonst hätte er wohl nicht schließen können, dass, da die Seele nicht räumlich sei, der influxus physicus nur in einem Punkte des Gehirns stattfinden könne. Hier liegt ein einfacher sprachlich-logischer Schnitzer vor, der sich dem ungenauen Ausdruck »unräumlich« an die Ferse heftet. Das Räumliche ist ein weiterer Begriff als das Ausgedehnte. Auch die Raumgrenzen, Raumbeziehungen u. s. w. sind räumlich, nicht nur der Raum selbst und seine Theile. In der That, der Punkt ist keineswegs etwas Unräumliches. Er ist im Gegentheil so zu sagen von allem Räumlichen das Räumlichste, denn er ist das Product der vollendeten Raumbestimmung. Aber dabei ist er doch kein Theil des Raumes, also auch kein Raumelement. Der Raum besteht nicht aus Punkten, sondern, da er homogen, congruent ist, aus Räumen. Jeder noch so kleine Theil des Raumes ist wieder ein allseitig ausgedehnter Raum. Die Widersprüche, die sich einstellten, wenn man den Punkt als Raum-Element ansah, haben denn auch die Mathematiker zur Einführung solcher Pseudobegriffe wie Linienelement, Flächenelement, Punktmenge u. s. w. bewogen, mit welchen man wenigstens sprachlich um die Schwierigkeiten herumzukommen glaubt, die entstehen müssen, wenn man qualitative Verschiedenheiten durch reine Größenunterschiede auszudrücken vermeint. Punktreihen und

1) Grassmann, Ausdehnungslehre, Engel'sche Ausgabe, S. 28.

Punktmengen spielen in der modernen Mathematik eine wichtige Rolle, und man behandelt diese »Gebilde«, als ob die Menge der Punkte ihre charakteristische Eigenschaft sei, die sich sodann zur Deduction anderer Raumbeziehungen verwenden lasse. »Eine Punktmenge besteht aus unendlich vielen Punkten«[1] (wobei die Unendlichkeit von verschiedener Ordnung sein kann) und kann sogar noch sogenannte Verdichtungsstellen enthalten, wo sich die Punkte besonders häufen. Nun behaupte ich aber: Eine Punktreihe oder Punktmenge ist von einem einzelnen Punkte gar nicht verschieden, außer wenn sie neben der Menge von Punkten noch etwas anderes enthält, was qualitativ über die Eigenschaften des Punktes hinausgeht, z. B. lineare oder flächenhafte Ausdehnung. Jeder beliebige Punkt kann als Punktmenge oder als Verdichtungsstelle von beliebiger Stärke aufgefasst werden; und alles, was man mit Hülfe solcher widerspruchsvollen Scheinbegriffe, wie Punktmenge u. s. w., zu erreichen vorgibt, ist lediglich das Product einer logischen Erschleichung. Zwischen Punkt und Linie oder Linie und Fläche besteht ein qualitativer Unterschied, der durch keine quantitative Approximation überbrückt werden kann. Diese falsche Idee des »unräumlichen« Punktes, der doch als Raumelement fungiren muß, ist selbst in der neuesten mathematischen Litteratur nicht beseitigt. Auch Russell sieht eine Antinomie darin, dass Geraden und Ebenen einerseits als Beziehungen von Punkten betrachtet werden müssen (projective Geometrie) während sie anderseits doch aus Punkten bestehen (made up of points). »Ein Punkt muss räumlich sein«, sagt Russell[2]), »sonst könnte er nicht die Aufgabe eines Raumelements erfüllen. Anderseits aber darf er doch keinen Raum enthalten, denn besäße er irgend welche endliche Ausdehnung, so wäre er weiterer Zerlegung fähig«. Diese Schwierigkeit in dem sich selbst widersprechenden Begriff des unräumlichen Raumelementes glaubt Russell heben zu können, wenn er jedem geometrischen Satze von vornherein eine gewisse Beziehung zur Materie gibt und das punktuelle Raum-Element durch das Atom ersetzt, da dies ein nicht-

---

1) F. Klein, Vorlesungen über die Anwendung der Differential- und Integral-Rechnung auf Geometrie. Eine Revision der Principien. 1902; S. 36.

2) Russell, The Foundations of Geometry 1897, p. 189.

räumliches einfaches Element sei, welches räumliche Beziehungen zu andern Elementen besitzt[1]).

Ein weiterer Widerspruch in der landläufigen Auffassung des Punktes lässt sich am drastischsten in zwei Sätze kleiden, die sich bei Veronese sogar in demselben Axiom zusammengefunden haben, nämlich: Es gibt verschiedene Punkte. Alle Punkte sind identisch[2]). Die Lösung scheint mir hier nicht schwierig; denn es ist klar, dass der zweite Satz einfach nicht wahr ist. Es gibt keine zwei identischen Punkte. Jeder Punkt im Raum ist von allen andern, eben durch seine Lageverhältnisse zu den andern, verschieden.

Bei derartigen Sätzen spielt uns die hergebrachte Auffassung von den abstracten oder Allgemeinbegriffen gar zu leicht einen Streich. Man denkt, jedem Worte müsse eine bestimmte Vorstellung entsprechen. Die Gattungs- und abstracten Begriffe sind aber gar nicht Vorstellungen in diesem Sinne, sie sind abgekürzte Bezeichnungen für complicirte Denkvorgänge. Wenn man von »dem Punkt« im Allgemeinen spricht, so hat man bei diesem Begriffe nicht etwa die Vorstellung von einem allgemeinen Punkt, der nicht hier und nicht dort ist; solche allgemeinen Vorstellungen sind unmöglich; darin hatte Berkeley recht und wird auch recht behalten. Bei dem Allgemeinbegriff des Punktes haben wir die Vorstellung eines speciellen Punktes mit dem Nebengedanken, dass alles, was wir von diesem Punkte aussagen wollen, auch für jeden andern Punkt gültig ist. Von den beiden Sätzen »Alle Punkte sind verschieden« und »Alle Punkte sind identisch« bezieht sich nur der erstere auf die wirklichen Punkte im Raum; der letztere aber, wenn er überhaupt einen Sinn haben soll, kann nur von dem Allgemeinbegriff des Punktes gelten, d. h. dem Worte, unter welchem wir das bei allen Punkten Uebereinstimmende zusammenfassen, welches in diesem Falle noch dazu negativ ist, nämlich dass sie keine Größe haben.

Kehren wir jetzt zur Erörterung der Raumelemente zurück. Wenn man den Punkt zum Raumelement macht, so stellt man damit die ganze Raumanschauung auf den Kopf. Denn der Punkt ist von

---

1) Russel, The Foundations of Geometry 1897, p. 192.

2) (Ass. I Esistono punti distinti — Tutti i punti sono identici.) Giusseppe Veronese, Fondamenti di Geometria, p. 210.

allen Raumbestimmungen die vollkommenste, die am wenigsten einfache oder primäre. Ueberdies sind die Raumgrenzen keine Elemente, aus welchen der Raum besteht. Der Raum ist nicht aus Flächen, Linien, Punkten zusammengesetzt. Und wenn man den Raum mit Hülfe der Bewegung aus den Grenzgebilden abzuleiten sucht — z. B. indem man einen geometrischen Körper als die »Spur« einer bewegten Fläche, eine Kurve als die Spur eines bewegten Punktes betrachtet — so enthält diese Auffassung eine petitio principii, denn die Bewegung setzt den vollen allseitig ausgedehnten Raum voraus. Denn man kann nur allseitig ausgedehnte Körper, nicht aber Ebenen, Linien und Punkte bewegen oder als bewegt denken. Quantitative Raumelemente kann es wegen der Relativität aller Größen überhaupt nicht geben, und qualitativ ist der allseitig ausgedehnte unbegrenzte Raum das Elementarste, Einfachste, das Primäre. Dieses Urbild der Raumanschauung, welches in seiner absoluten Unbestimmtheit gewissermaßen den geometrischen Ort alles Wirklichen und Möglichen darstellt, begleitet jede specielle Raumvorstellung. Die nächste Stufe der Raumbestimmung ist die unbegrenzte Ebene; die dritte wird von der Geraden gebildet, und die vierte und letzte Stufe, und daher die vollendete, absolut eindeutige Raumbestimmung, ist der Punkt. Er bildet somit das letzte und complexeste Glied in der Stufenfolge der Bestimmungen und nicht das erste.

In dem allseitig ausgedehnten Raum, wie er uns als primäre Raumanschauung mit der ersten räumlichen Empfindung des Gesichts- oder Tastsinns gegeben sein muss — welcher jedoch ursprünglich noch nichts von Größen- oder Entfernungsbeurtheilung enthält, da alle Größenschätzung oder Messung auf der Intensitätsvergleichung beruht, die ihrerseits erst nach eingetretener Aenderung (d. i. Bewegung), also »im Laufe der Erfahrung«, sich entwickelt — gibt es unendlich viele Richtungen. Durch gewisse Beschränkung oder Abstraction gelangen wir zu einer engeren Mannichfaltigkeit von Richtungen, auch noch unendlich in ihrer Art, zur Ebene, die jedoch nur deshalb als ein Raumgebilde besonderer Ordnung betrachtet werden kann, weil sie ein Specialfall des Grenzgebildes erster Ordnung, der Fläche, bildet. Durch weitere Beschränkung gelangen wir zur Doppelrichtung der Geraden und endlich zu dem den höchsten Grad räumlicher Bestimmtheit repräsentirenden Richtungsursprung, dem Punkt.

Nun könnte man einwenden, ein allseitig begrenzter Raumtheil, ein Körper repräsentire eine eben so hohe Stufe der Raumbestimmung. Das ist ganz richtig; aber es ist dabei zu bedenken, dass der Körper dies nur thut kraft der ihn begrenzenden Ebenen, Linien und Punkte.

Der Uebergang von einer zur andern »Dimension« im Sinne des geläufigen Gebrauchs dieses Wortes bedeutet also nicht den Wegfall oder den Hinzutritt einer neuen Richtung, sondern den unendlich vieler. Von diesem Standpunkt betrachtet, erscheint auch der weiter oben bei der Erörterung symmetrisch congruenter Raumgebilde behandelte Begriff der Circumversion, des Umklappens in der nächsthöheren Dimension in einem anderen Lichte. Zwei ebene congruente, aber symmetrische Figuren können nur dadurch zur Deckung gebracht werden, dass man die eine derselben »durch die dritte Dimension« in die Lage der anderen überführt. Dieses Ueberführen durch die dritte Dimension aber entpuppt sich bei eingehenderer Betrachtung als ein ungenauer Ausdruck für die Drehung der Ebene, in welcher sich die Figuren befinden, um 180 Grad, also durch alle andern im Raume möglichen Ebenen hindurch. Ebenso bedeutet die Circumversion einer linearen Richtung in der zweiten Dimension einfach eine Drehung in der Ebene um 180 Grad, wobei die »gewendete« Linie alle anderen in der Ebene möglichen Linien successive zu passiren hat. Mit einigen derselben wird sie in einem Stadium der Drehung zusammenfallen, andere wird sie schneiden; aber treffen muss sie alle. In ganz derselben Weise können wir jetzt definiren, was das Umklappen der enantiomorphen Raumgebilde in der vierten Dimension zu bedeuten hätte. Es müsste durch eine Drehung des gegebenen Raumes durch alle andern in der vierdimensionalen Welt möglichen dreidimensionalen Räume hindurch bewerkstelligt werden. Angesichts dieser Definition wird man es begreiflich finden, dass ich die Enantiomorphie lieber als unerklärte und unerklärbare Thatsache acceptire — wie ich das ja überdies mit allen fundamentalen Thatsachen zu thun gezwungen bin — als dass ich sie mit Hülfe des Pseudobegriffes der vierten Dimension zu »erklären« suche. Wenn irgendwo einmal plötzlich eine rechte Schraube in eine linke, ein rechtsdrehender Quarzkrystall in einen linksdrehenden verwandelt würde, so wäre es vom Standpunkte der unparteiischen exacten Wissenschaft immer noch

gerechtfertigter, das Eingreifen einer unbekannten Gewalt anzunehmen, die das rechte Individuum vernichtete und das linke neu schuf, als zur vierten Dimension seine Zuflucht zu nehmen. Denn die erstere Annahme verstößt nur gegen das bisher Beobachtete, die letztere aber gegen die nothwendigen Anschauungs- und Denkgesetze.

Man nimmt gewöhnlich an, dass wir bei der Vorstellung einer Fläche oder Ebene von dem, was man die dritte Dimension nennt, völlig abstrahiren. Wenn man damit aber meint, dass man bei der Vorstellung einer Fläche den die Fläche einschließenden Raum als nicht vorhanden betrachten könne, so scheint mir das eine folgenschwere Verkennung dessen zu sein, was die Abstraction wirklich ist und sein kann. Von dem als nothwendig Erkannten kann man überhaupt nicht abstrahiren. Ein geometrischer Satz, dessen Richtigkeit man eingesehen hat, muss immer und überall gültig sein. Kommt derselbe bei irgend einem Gedankengange überhaupt nicht in Frage, so braucht man auch nicht von ihm zu abstrahiren. Kommt er aber in Frage, so handelt man gegen die Wahrheit, wenn man ihn dennoch nicht berücksichtigt, und die Ergebnisse können niemals Anspruch auf Gewissheit oder wissenschaftlichen Werth machen. Wenn man von etwas Thatsächlichem abstrahirt, so heißt das weiter nichts, als dass man ihm im betreffenden Falle nur geringe oder keine Aufmerksamkeit zuwendet, nicht aber, dass man dasselbe als nicht vorhanden, nicht thatsächlich annimmt. Die Eigenschaften, Verhältnisse und Beziehungen, von welchen man in einem gegebenen Falle abstrahirt, werden nicht etwa als nicht vorhanden betrachtet, sondern sie werden nur möglichst weit aus dem Centrum der Aufmerksamkeit weggerückt. Eine völlige oder auch nur annähernd vollständige Abstraction, die ja der Negirung gleich oder nahe käme, ist eben so wenig möglich wie eine Annäherung an die Null oder eine Annäherung der linearen Größe an den Punkt. Jede, auch die geringste Größe, ist unendlich viel größer als das Nichts, und jede, auch die kleinste Linie, auch wenn man sie in der Maske des Linienelements auftreten lässt, ist, mit genügend starkem Vergrößerungsglas betrachtet, eine große Linie, während der Punkt immer Punkt bleibt. So darf auch die Abstraction niemals zur völligen Vernachlässigung oder Negation werden. Nur so lange man dessen eingedenk bleibt, bilden die Producte der Abstraction recht-

mäßige Glieder in der Kette wissenschaftlicher Schlussfolgerungen. Sobald man die Eigenschaften, Beziehungen etc., von welchen man abstrahirt, so betrachtet, als ob man sie ganz aus dem Bewusstsein escamotiren könne, hat man angefangen, die Thatsachen zu entstellen, zu fälschen.

Aber ganz abgesehen davon, dass eine »völlige« Abstraction ohne Entstellung der Thatsachen nicht möglich ist; es ist nicht einmal richtig, dass wir bei dem Begriffe oder der Vorstellung der Fläche von allen außerhalb der Fläche existirenden Raumeigenschaften und Raumverhältnissen abstrahiren. Der Begriff der Fläche ist von der Vorstellung der Fläche abhängig. Der Allgemeinbegriff der Fläche besteht aus der Vorstellung einer beliebig gewählten speciellen Fläche und der begleitenden Ueberzeugung, dass alles, was man von dieser aussage, auch von allen andern Flächen gelten müsse. Wenn man sagt, »die Fläche etc., so ist das nur ein abgekürzter Ausdruck für »jedes Raumgebilde von der und der Beschaffenheit etc. Also ohne die repräsentirende Vorstellung einer besonderen Fläche ist der Allgemeinbegriff der Fläche nur ein leeres Wort. Die Vorstellung einer Fläche ist nur möglich, wenn der allseitig ausgedehnte Raum hinzu vorgestellt wird. Denn gerade das, was die Fläche zu dem macht, was sie ist, besteht aus Beziehungen zu dem übrigen Raum. Wir abstrahiren daher bei der Fläche keineswegs von dem übrigen Raum überhaupt, sondern nur von gewissen Verhältnissen und Beziehungen desselben. Wenn ich eine Fläche wahrnehme oder mir vorstelle, so muss ich sie stets in eine, wenn auch vielleicht ganz unbestimmte, Entfernung verlegen; es muss also der vor der Fläche gelegene Raum mit vorgestellt werden. Ebenso ist eine Gerade, die doch mit ihrer Richtung identisch ist, das, was sie ist, nur auf Grund ihrer Beziehungen zu anderen Richtungen. Wir abstrahiren bei der Geraden nicht von diesen ihren Beziehungen zu anderen Richtungen, sondern nur von den Beziehungen der letzteren unter einander. Fläche, Ebene, Linie, Gerade, Punkt haben einen Sinn nur im allseitig ausgedehnten Raum. Darum sollte man auch die Fläche von rechtswegen definiren als »einen Theil des Raumes, unter besonderer Berücksichtigung der Grenzen desselben, und unter weitgehender, aber nicht vollständiger Abstraction von allem anderen, aufgefasst«. Bei einer Linie handelt es sich um die Concentration des Interesses auf die

gemeinsame Grenze zweier Flächen; und der Punkt als die höchste und eindeutigste Raumbestimmung, die gemeinsame Grenze zweier Linien, setzt die niederen Bestimmungen, Linie und Fläche voraus. Die Definitionen von Linie und Punkt müssen demgemäß recht complicirt ausfallen.

Die unbestimmteste und primitivste Raumanschauung in diesem Sinne ist der allseitig unbegrenzte Raum, der, undifferenzirt und unbeweglich, in gewissem Sinne doch einfach ist, obgleich er unendlich viele Orte und Richtungen enthält. Die nächste Stufe der Raumbestimmung ist die der Raumgrenze erster Ordnung, die unbegrenzte Fläche; dann folgt, mehr und complexere Beziehungen als die vorige enthaltend, als dritte Stufe die unbegrenzte lineare Grenze und als vierte Stufe und Grenze dritter Ordnung die complexeste Raumbestimmung, der definitive Ort im Raum oder der Punkt. Bei geradlinigen und andern Figuren, bei theilweise oder allseitig begrenzten Raumtheilen (Körpern), tritt eine Cooperation aller dieser Raumbestimmungen ein. Wenn man in üblicher Weise den Punkt als das selbst nicht ausgedehnte Raumelement bezeichnet, so hat man damit nicht wirklich den Punkt nach seinen wesentlichen Merkmalen, sondern nur ganz einseitig eine gewisse Eigenschaft desselben definirt, die lediglich auf Größenverhältnisse Bezug nimmt.

Ebenso verkehrt wie es ist, die verschiedenen Stufen der Raumgrenzen als etwas zu betrachten, was auch für sich, unabhängig vom allseitig ausgedehnten Raum bestehen könnte, ebenso unrichtig ist es, wenn man sie nur als Abstractionsproducte, als begriffliche Constructionen ansieht, die nicht selbst wahrgenommen werden. Man hat gesagt, Punkte sind in der Anschauung nie gegeben. Das ist offenbar nur insofern richtig, als es den angeblich völlig abstrakten Begriff des Punktes angeht, der ein Unding ist. Der Punkt ohne bestimmte Raum-Beziehungen ist eine eben solche Unmöglichkeit wie die Farbe ohne Licht. Wirkliche und daher mathematische Punkte sind bei jeder räumlichen Wahrnehmung anschaulich gegeben, aber nicht isolirt, als sich selbst genügende Entitäten, sondern als das, was Punkte wirklich sind und nur sein können, als Grenzen von Linien, und da diese nur mit Flächen und die letzteren nur mit allseitig ausgedehnten Raumtheilen gegeben sein können, indirect als Grenzen von Raumtheilen oder Körpern. Alle Raumbestimmungen aber, einfache wie

complexe, vollständige und theilweise Begrenzungen, sind stets nur im allseitig ausgedehnten, unendlichen Raume möglich. Der unbegrenzte, unendliche Raum muss daher bei jeder speciellen Raumwahrnehmung oder Raumvorstellung mitgedacht werden. Der unendliche Raum ist daher auch nicht etwa eine begriffliche Abstraction oder Construction, sondern er ist eine mit jeder Wahrnehmung gegebene Thatsache (Bewusstseinsthatsache), die wir nicht einmal hinwegdenken könnten, wenn wir auch wollten. Nicht die Vorstellung des unendlichen, sondern gerade die des in sich abgeschlossenen endlichen Raumes begegnet unüberwindlichen Schwierigkeiten. Wir sind gezwungen, jeden endlich abgeschlossenen Raumtheil als im unendlichen Raume befindlich vorzustellen.

Wundt hat sehr treffend das Gebiet des Transcendenten in zwei Theile geschieden, das der qualitativen oder imaginären, und das der quantitativen oder realen Transcendenz. Zu der letzteren gehören unendliche Ausdehnung, unendliche Theilbarkeit u. s. w. Dabei erklärt Wundt den, ohne qualitative Aenderung des Vorstellungsinhaltes, rein quantitativ gedachten Regressus ins Unendliche nicht allein für erlaubt, sondern geradezu als nothwendig gefordert. Ich möchte hier noch einen Schritt weiter gehen. Gewiss sind unendliche Strecken, Flächen u. s. w. und unendliche Theilung quantitativ transcendent; nicht aber unendliche Theilbarkeit und die Vorbedingung für den mit Bezug auf specielle Ausdehnungsgebilde geforderten regressus in infinitum, der unendliche Raum selbst. Die unendliche Theilbarkeit jedes Raumtheiles und der unendliche Raum selbst sind bei jeder Wahrnehmung mitgegebene Thatsachen.

Der Begriff des Unendlichen ist in der Mathematik wie in der Philosophie keineswegs so klar, wie man bei seinem mannigfachen Gebrauche annehmen sollte. Das geht schon daraus hervor, dass er gewöhnlich so gebraucht wird, als ob er einen contradictorischen Gegensatz des Endlichen bilde. Nun sind aber endlich und unendlich nur der sprachlichen Form nach contradictorische, in Wirklichkeit aber conträre Gegensätze, zwischen welchen mannigfache Zwischenstufen existiren. Wenn man unter Endlichkeit allseitige Begrenztheit und unter Unendlichkeit allseitige Unbegrenztheit[1]) versteht,

1) Der Ausdruck »unbegrenzt« darf natürlich nicht in dem weiter oben verworfenen Sinne von »selbstbegrenzend, oder in sich zurückkehrend« genommen werden.

dann sind eine Linie von gegebener Länge, eine geschlossene ebene Figur und ein geometrischer Körper allerdings endlich, eine auf beiden Seiten unbegrenzte Gerade, eine in jeder ihrer Richtungen unbegrenzte Ebene und der allseitig ins Unbegrenzte ausgedehnte Raum aber unendlich. Wie aber bezeichnet man nun eine Linie, die sich von einem gegebenen Punkte ins Unendliche erstreckt? Sie ist offenbar nach einer Richtung hin unendlich, nach der andern endlich. Ebenso lässt sich jeder Flächenwinkel in der Richtung seiner Oeffnung als unendlich betrachten. Der Schattenkegel, den ein größerer Körper in dem Lichte eines kleineren wirft, ist in der Richtung der Fortpflanzung des Lichtes unendlich, in allen anderen Richtungen aber endlich. Es gibt also auch eine partielle Unendlichkeit; und wenn man Unendlichkeit nicht ausdrücklich im Sinne von partieller Unbegrenztheit definirt, in welchem Falle man eine andere Bezeichnung für die allseitige Unendlichkeit einzuführen verpflichtet ist, so kann man nicht sagen, dass das, was nicht unendlich sei, endlich sein müsse. Selbst Kant ist in den Antinomien diesem auf der kritiklosen Hinnahme geläufiger Ausdrücke beruhenden Irrthum zum Opfer gefallen, und zwar gleich bei dem Beweis der Thesis der ersten Antinomie, die in gewissem Sinne als grundlegend für die ganze Beweisführung in den Antinomien gelten kann. Die Welt soll einen Anfang in der Zeit haben, denn wenn man annehme, die Welt habe der Zeit nach keinen Anfang, so sei ja »bis zu jedem gegebenen Zeitpunkt eine Ewigkeit abgelaufen«. Nun besteht aber, so sagt Kant weiter, »darin die Unendlichkeit, dass sie durch successive Synthesis niemals vollendet werden kann«. Es ist ganz offenbar, dass Kant hier die einseitige lineare Unendlichkeit mit der all- (d. i. hier zwei-) seitigen verwechselt. Er hätte gerade so gut behaupten können: Es ist unmöglich, dass eine gerade Linie auf der einen Seite einen Endpunkt habe und auf der andern sich in die Unendlichkeit erstrecke. Denn wäre dies möglich, so wäre die gerade Linie ja unendlich und hätte doch einen Endpunkt.

Eine Verwechselung der einseitigen und allseitigen Unendlichkeit, scheint mir auch bei den in der projectiven Geometrie gemachten Annahmen hinsichtlich der uneigentlichen Grundgebilde vorzuliegen. Man definirt als Strahlenbüschel den Inbegriff aller durch einen Punkt gehenden Geraden. Die Gerade oder der Strahl ist demnach als nach

beiden Seiten unendlich zu denken. Um nun aber bei der Zuordnung von Punktreihe und Strahlenbüschel der Schwierigkeit zu entgehen, die dadurch entsteht, dass jedes Büschel einen Strahl mehr hat als der Träger einer Punktreihe Punkte besitzt, nimmt man an, dass derjenige Strahl eines Büschels, welcher zu einer gegebenen Punktreihe parallel ist, mit der letzteren einen, und nur einen, uneigentlichen, d. i. in unendlicher Ferne gelegenen, Punkt gemein habe. Hierbei rechnet man offenbar mit einem nur einseitig unendlichen Strahl, denn sonst müsste man doch, die absolute Gleichberechtigung der beiden antagonistischen Richtungen der Geraden anerkennend, annehmen, dass der Parallelstrahl die Punktreihe in zwei unendlich fernen Punkten schneide. Der diesem Widerspruch zu Grunde liegende Irrthum besteht offenbar in der Identificirung von »Strahl« und »Gerade«. Wenn man unter »Strahl« den elementaren Begriff der »Richtung« versteht — und die Geometrie der Lage sollte doch von wirklich, nicht weiter zerlegbaren Begriffen, Elementen, ausgehen — dann sind Strahl und Gerade durchaus nicht gleichbedeutend. Jede Gerade ist dann ein aus zwei Richtungen bestehender Doppelstrahl. Von parallelen Strahlen oder Richtungen darf man wohl sagen, dass sie nach einem unendlich fernen gemeinsamen Punkte convergiren, nicht aber von parallelen Geraden.

Die Confusion von Richtung und Doppelrichtung hat aber einen ganzen Rattenkönig von Absurditäten im Gefolge. Nicht nur muss man annehmen, dass eine Gerade nur einen unendlich fernen Punkt habe, sondern es müssen auch die sämmtlichen, den Geraden einer Ebene adjungirten Punkte wieder in einer einzigen unendlich fernen Geraden liegen. Denn wäre das nicht der Fall, lägen sie in einer unendlich fernen gekrümmten Linie, so müsste man ja zwei Punkte dieser Kurve durch eine eigentliche Gerade verbinden, also eine Gerade mit zwei uneigentlichen Punkten ziehen können. So giebt es also zwei Arten von Geraden, nämlich eigentliche, die unendlich viele eigentliche und einen uneigentlichen Punkt haben, und uneigentliche, die nur aus uneigentlichen Punkten bestehen und keine bestimmte Richtung besitzen. Eine Gerade, die keinen eigentlichen Punkt besitzt und keine Richtung repräsentirt, ist aber für den gesunden Menschenverstand ein ganz ähnliches Ding wie ein Messer ohne Heft und Klinge. Da jede Ebene nur eine solche

uneigentliche Gerade haben kann, so müssen diese unendlich fernen Geraden auch alle in einer einzigen Ebene liegen. Der Raum hat demnach nur eine einzige unendlich ferne Ebene. Aber obgleich man dieser uneigentlichen Ebene keine bestimmte Lage zuschreiben kann, so ist sie doch eines ganz bestimmten Verhaltens andern ins Unendliche reichenden Raumgebilden, z. B. den geradlinigen Flächen zweiter Ordnung, gegenüber fähig. Sie schneidet das einschalige Hyperboloid — einerlei welche Lage im Raum es hat — in einem Kegelschnitt und tangirt das hyperbolische Paraboloid. Wenn die projective Geometrie den Anspruch erheben will, eine reine Ausdehnungslehre zu sein, so sollte sie, da die Ausdehnung nur in der Anschauung gegeben sein kann, das Gebiet der Anschauung auch nicht verlassen; denn alle Ausdehnungsbegriffe, die nicht angeschaut oder vorgestellt werden können, sind Pseudobegriffe. Es ist bedauerlich, dass man selbst in der projectiven Geometrie jene einseitige »analytische« Symbolik nicht ganz aufzugeben vermag, die um die Glätte der Formel zu retten der Anschauung einen Fußtritt versetzt.

Auch vom Standpunkt der Himmels-Mechanik hat man geglaubt die Nothwendigkeit der Dreidimensionalität des Weltenraumes darthun zu können. Man hat gesagt: Nur in einem dreidimensionalen Raume erscheint das Newton'sche Gravitationsgesetz als das vernünftigste aller möglichen; denn nur unter Annahme dreier Dimensionen ist die Weltordnung unabhängig von der absoluten Größe ihres Maßstabes[1]). Nur im dreidimensionalen Raume lässt sich nach dem Newton'schen Gesetz mit Massen, Entfernungen und Geschwindigkeiten verfahren, unter gleichzeitiger Annahme der Relativität aller Größen. Dies ist im Grunde ein sehr schwerwiegendes Argument, denn die Relativität aller Größenbeurtheilung und Messung, oder was dasselbe ist, das Wundt'sche Beziehungsgesetz, ist nicht etwa eine vage Theorie oder eine Träumerei der Philosophen, sondern eine uns auf Schritt und Tritt begleitende Thatsache, die nur der leugnen könnte, der im Stande wäre für irgend eine Messung oder Größenbeurtheilung ein absolutes Maß zu erbringen. Leider aber sind die übrigen mathematischen Voraussetzungen, die jener Argu-

1) Siehe Liebmann, Analysis der Wirklichkeit, S. 66 f.

mentation zu Grunde liegen, nicht stichhaltig, wie ich an der Hand der ursprünglich von Laplace herrührenden, von Liebmann in einer Anmerkung gegebenen Rechnungsweise zeigen möchte, indem ich mich gleichzeitig im Uebrigen der von Liebmann geübten philosophischen Kritik des Arguments anschließe.

Nach dem Gravitationsgesetz ist die von einem Himmelskörper auf einen andern ausgeübte Anziehungskraft, wenn r der Radius des anziehenden Himmelskörpers, und e die Entfernung von dem angezogenen ist, proportional dem Bruche $\frac{r^3}{e^2}$. Die durch diese Anziehung in der Zeiteinheit geleistete Arbeit, d. i. die centripetale Verschiebung des angezogenen Körpers sei $= s$. Wenn man sich nun die ganze Situation in n-fach vergrößertem Maßstab denkt, d. h. alle linearen Größen mit n multiplicirt, so erhält man für die Anziehungskraft $\frac{(nr)^3}{(ne)^2} = \frac{n^3 \cdot r^3}{n^2 \cdot e^2} = n\frac{r^3}{e^2}$, und für die centripetale Verschiebung $n \cdot s$. Das heißt, es bleibt alles beim Alten: Der absolute Größenmaßstab hat im dreidimensionalem Raume keinen Einfluss auf das Gravitationsgesetz. Das wäre alles ganz schön; leider aber hat diese Formel zwei große Fehler. Nämlich erstens ist sie keineswegs ausschließlich für eine dreidimensionale Mannigfaltigkeit gültig, und zweitens ist sie in Bezug auf die Massenberechnung — falsch.

Hinsichtlich des ersten Punktes ist leicht ersichtlich, dass nicht bloß im obigen Falle »alles beim Alten bleibt«, sondern in jedem Falle, wo der den Maßstab der Vergrößerung ausdrückende Factor im Zähler des Bruches in der nächsthöheren Potenz erscheint als im Nenner. Die Metamathematiker könnten also ganz folgerichtig einwenden, auch in einem n-dimensionalen Raum wäre die Gravitation von dem absoluten Werth der Entfernungen und Ausdehnungen unabhängig, wenn die Massen durch die $n$te Potenz auszudrücken wären und die fernwirkenden Kräfte mit der $n-1$ten Potenz der Entfernung abnähmen.

Die gerügte Unrichtigkeit der Formel aber besteht darin, dass bei der Vergrößerung des Maßstabes die Massen auch vergrößert werden. Das ist aber offenbar nicht gestattet, wenn man zur Demonstration der Relativität alle linearen Größen mit einem constanten Factor multiplicirt. Haben wir eine Kugel vom Radius r und messen

die Masse derselben, proportional dem Volum, mit r^3, so sind bei einer Kugel vom Radius rn die räumlichen Proportionen mit der übrigen Welt nicht erhalten, wenn ihre Masse $= r^3 n^3$ ist. Sind auch alle andern Größen-Beziehungen in ihren Verhältnissen ungeändert geblieben, so ist dies bezüglich der Masse nicht der Fall; denn diese ist hinsichtlich ihrer Dichtigkeit absolut dieselbe geblieben. Will ich mir im ganzen Universum alle räumlichen Ausdehnungen und Entfernungen im gleichen Maße vergrößert denken, so muss ich das auch auf den Abstand der Massentheilchen von einander ausdehnen. Die Masse, die ja an und für sich nichts Räumliches ist, muss dann ungeändert bleiben. In der obigen Formel aber bleibt nicht, wie behauptet, bei Einführung des Factors n alles beim Alten, sondern es resultirt vielmehr eine größere Masse und ein nicht in derselben Proportion vermehrtes Quantum geleisteter Arbeit in Gestalt der centripetalen Verschiebung.

Ueberhaupt sind Materie und Masse Begriffe, die, sobald man ernstlich versucht, sie eindeutig zu definiren, mit der Thatsache der Relativität aller Raumgrößen in unlösbare Widersprüche gerathen. So beispielsweise verliert das »Gesetz« der Erhaltung der Quantität der Materie, vom Standpunkte der Größenrelativität betrachtet, ganz seine Bedeutung, wie wir im Nachstehenden, an eine bekannte, wenn ich mich nicht irre, zuerst von Condillac stammende Ueberlegung anknüpfend, noch zeigen wollen.

Man setze den Fall, der liebe Gott reducire in der Nacht, während wir alle schliefen, die räumliche Ausdehnung des ganzen Universums oder auch nur desjenigen Theiles, der unseren Sinnen und Instrumenten zugänglich ist, auf ein Hundertmillionstel des jetzigen Maßstabes, aber ohne an den gegenseitigen Raum-Verhältnissen das Geringste zu ändern. Die Erde hätte dann kaum die Größe einer Kegelkugel, und wir Menschen wären noch viel kleiner als die winzigsten Infusorien oder Bacterien[1]). Wenn wir nun am nächsten Morgen aufwachten, würden wir die Veränderung bemerken? Gewiß nicht, denn dazu hätten wir auch nicht den geringsten Anhaltspunkt, da alles im selben Maßstabe verkleinert wäre. Wir

1) Ob man sich gleichzeitig mit den Raumgrößen auch die Zeit- und Intensitätsgrößen entsprechend verringert denkt oder nicht, thut hier nichts zur Sache.

fänden uns und unseres Gleichen ganz wie zuvor 5 bis 6 Fuß groß. Der Kölner Dom wäre genau wie sonst über 150 m hoch, und das Pariser Normalmeter wäre immer noch ein Zehnmillionstel eines Erdmeridianquadranten.

Es ist übrigens gar nicht nöthig, dass der liebe Gott uns dieses Glück oder Unglück im Schlaf befallen lässt. Die ganze Procedur kann vor unseren Augen vorgenommen werden und wir können nicht das Geringste davon merken. Ja, die absolute Größe der uns bekannten Welt kann fortwährenden und enormen Schwankungen ausgesetzt sein, ohne dass es uns je zum Bewusstsein kommt. So wissen wir also nicht allein nichts über die absolute Größe der Welt und ihrer Theile, sondern wir sind auch nicht einmal sicher, dass diese Größe constant bleibt. Wir haben auch kein Mittel es jemals festzustellen. Wenn aber die absolute Größe dessen, was wir den uns bekannten Theil des Universums nennen, unbeschadet der Erhaltung der von uns wahrgenommenen Größenverhältnisse, variiren kann; wenn die Welt auf ein Milliontel ihres Volums zusammenschrumpfen oder sich bis zum Millionenfachen ausdehnen kann, ohne dass es der beobachtende und messende Mensch gewahr wird, was für einen Werth hat es dann noch, von einer Erhaltung der Quantität der Materie zu sprechen? Man mag sich die Materie denken wie man will, in allen Fällen kommt man in Conflict mit der Thatsache der Relativität der Raumgrößen.

Sehen wir uns die vorhandenen Möglichkeiten etwas genauer an. Das, was die Materie constituirt, füllt entweder den Raum ganz aus, oder es füllt einen Theil des Raumes aus, oder endlich es nimmt überhaupt keinen Raum ein. Es gibt außer diesen dreien, die Grundannahmen der Continuitätshypothese, der Atomistik und der dynamischen Theorien bildenden Möglichkeiten keine weiteren.

Fassen wir die Materie als Continuum auf, so bedeutet jede Volumverminderung der Welt auch eine Verringerung der Quantität der Materie. Man darf sich hier auch nicht durch die Einschmuggelung des Dichtigkeitsbegriffes zu helfen suchen, denn Continuum und Dichtigkeit sind Begriffe, die sich gegenseitig aufs bestimmteste ausschließen. Wenn es erlaubt wäre, innerhalb eines Continuums Dichtigkeitsdifferenzen anzunehmen, dann ließe sich eine unendlich ausgedehnte, continuirliche Materie denken, die doch eine endliche Masse, oder

endliches Gewicht hätte (z. B. wenn die Dichtigkeit im Centrum ein Maximum hat und von da mit der vierten Potenz der Entfernung oder in irgend einer Weise dergestalt abnimmt, dass die Maßzahlen der Massen der einander umschließenden Kugelschalen eine convergente Reihe bilden).

Füllt die Materie den Raum nur theilweise aus, so haben wir es mit irgend einer Form von Atomen, discreten Theilchen, zu thun, die, wenn sie auch aus irgend welchen Gründen für unzerlegbar ausgegeben werden, doch Ausdehnung besitzen müssen; denn sonst nehmen sie ja überhaupt keinen Raum ein. Werden nun bei der Verringerung aller Raumgrößen auch die in ihrer Zahl natürlich nicht verminderten Atome kleiner, d. h. ihr Gesammtvolum geringer, so bleibt offenbar die Quantität der Materie nicht erhalten, sondern sie wird auch reducirt. Behalten aber die Atome selbst ihre Größe bei und werden nur ihre Abstände, die Zwischenräume zwischen ihnen, vermindert, dann sind damit natürlich die relativen Raumverhältnisse geändert. Also mit der Annahme von Atomen ist die Relativität aller Raumgrößen eben so wenig zu vereinen wie mit der Continuitäts-Hypothese.

Nimmt man endlich zu rein dynamischen Theorien seine Zuflucht, so werden die Atome zu selbst nicht ausgedehnten Kräfte-Centren, also zu Punkten. Aus Punkten aber setzt sich überhaupt keine Quantität zusammen, nicht einmal eine rein räumliche. Daher darf man in diesem Falle der Materie entweder gar keine Quantität zuschreiben, womit natürlich auch die Forderung der Constanz derselben in Fortfall kommt, oder aber man muss zugestehen, dass es nicht die punktuellen Kräftecentren selbst sind, die das constituiren, was man die Quantität der Materie nennt, sondern dass es die Wirkung derselben in dem umgebenden Raum ist. Für diese räumlichen Wirkungsbereiche gilt aber dann genau dasselbe, was weiter oben für die Atome demonstrirt wurde. Werden sie bei der allgemeinen Raumreduction auch verringert, so wird eben dadurch die Quantität der Materie vermindert. Bleiben sie aber constant, dann sind die räumlichen Verhältnisse nicht durchweg erhalten geblieben.

Es lässt sich somit in keinem Falle die Lehre von der Erhaltung der Quantität der Materie mit der Thatsache der Relativität aller Raumgrößen widerspruchslos vereinen. Da man aber in der Natur-

wissenschaft noch immer gewöhnt ist, das direct im Bewußtsein Gegebene, das Psychische, aus dem Physischen zu erklären, anstatt umgekehrt, so fällt es heute keinem Menschen ein, das hypothetische Erhaltungsgesetz, mit dem man vertraut ist, in Zweifel zu ziehen zu Gunsten des Relativitätsgesetzes, dessen unumstößliche Thatsächlichkeit noch keineswegs eingesehen zu sein scheint. Wenn man aber die verschiedenen Erhaltungshypothesen der Physik einmal psychologisch bis in ihre letzten Elemente zerlegen wird, dann wird, so glaube ich, als Thatsache nichts übrig bleiben als die Erhaltung des bei allem Wechsel der Erlebnisse unausgesetzt mit Empfindungen angefüllten Gesichts- und Tastfeldes, mit andern Worten »die Erhaltung des Raumes.«

Schluss.

Wir haben den Beweis zu führen gesucht, dass die im gewöhnlichen Leben und in der mathematischen Wissenschaft allgemein anerkannte Dreidimensionalität des Raumes eine conventionelle, nicht in der Natur des Raumes begründete Voraussetzung ist und dass die auf die unkritische Annahme des Dimensionsbegriffes aufgebauten »Ueberräume« der Mathematiker Producte unberechtigter Speculationen sind. Nun könnte man einwenden, diese Ergebnisse der fortschreitenden mathematischen Entwicklung seien hypothetischer Natur und die Mathematik habe wie jedes andere Lehrgebäude das Recht zur Construction von Hülfsbegriffen und zur Aufstellung brauchbarer Hypothesen. Demgegenüber muss aber betont werden, dass wir dem conventionellen Dimensionsbegriff seine Nützlichkeit und praktische Verwendbarkeit durchaus nicht absprechen. Wir verlangen nur, dass er nicht als etwas aus der Natur des Raumes mit Nothwendigkeit folgendes ausgegeben werde, damit keine Entstellung des wirklichen Thatbestandes der Gesetze der Raumanschauung verursacht wird.

Den metageometrischen Theorien aber soll daraus kein Vorwurf entstehen, dass sie hypothetische Elemente enthalten, also »Sache des Glaubens« sind, und wir sind gewiss die letzten, sie aus diesem Grunde zu verdammen[1]). Wir sind, im Gegentheil, der Ansicht, dass der

1) Siehe auch die unter dem Pseudonym C. E. Rasius veröffentlichte, populärphilosophische Schrift: Rechte und Pflichten der Kritik. Kapitel über Wissen u. Glauben.

Glaube nicht bloß im gewöhnlichen Leben, sondern auch in der Wissenschaft eine viel größere Rolle spielt, als man ihm in der Regel zuzuschreiben geneigt ist. Bei allen einen Zweck verfolgenden Handlungen reagiren wir auf »Glauben« und nicht auf »Gewissheit«. Gewissheit ist Ausgangspunkt und Ziel unseres Handelns, die Triebkraft ist der Glaube. Auch in der exactesten wissenschaftlichen Forschung regirt der Glaube jeden Schritt, den wir ausführen. Sind auch die Ergebnisse absolut gewiss, der Weg zu ihnen ist mit Glaubenssätzen gepflastert.

Selbst der Mathematiker kann des Glaubens nicht entrathen. Gern geben wir apodictische Gewissheit der geometrischen Axiome (die an ihrer absoluten Einfachheit und Unzerlegbarkeit ebenso erkennbar sind wie die qualitativen Elemente der Sinneswahrnehmung) und der aus ihnen widerspruchslos abgeleiteten Sätze zu. Aber wir behaupten, dass der Mathematiker gar keine Veranlassung hätte, von einem als gewiss erkannten Satze ausgehend, nach neuen Gewissheiten und Nothwendigkeiten zu suchen, wenn ihm nicht der Glaube den Antrieb gäbe. Und nicht bloß den Antrieb giebt er, er weist ihm auch die Richtung bei der fortschreitenden Forschung.

Nicht weil sie Hypothesen, Glaubenssache, sind, verwerfen wir die metageometrischen Theorien, sondern weil sie auf widerspruchsvollen Scheinbegriffen und Pseudo-Unterscheidungen aufgebaut sind. Denn das, was einen Widerspruch enthält, kann und darf man nicht glauben. Die heutige Mathematik läuft Gefahr, sich in eine dem gesunden (ich meine nicht dem gemeinen) Menschenverstande entfremdete analytisch-formalistische Symbolik zu verlieren. Es ist daher erwünscht, dass den allzuhoch fliegenden Speculationen die wächsernen Flügel ein wenig schmelzen, damit sie sich nicht zu weit entfernen von dem Ausgangsgebiet aller mathematischen Forschung, von dem Gebiete, dem allein Nothwendigkeit innewohnt: der Geometrie des gegebenen Raumes.

Wir geben nachstehend eine kurze Zusammenfassung der Hauptpunkte unserer Darlegungen, und zwar ohne besondere Scheidung von Neuem und Bekanntem:

I. Die Raumanschauung im Allgmeinen betreffend:

1) Der allseitig ausgedehnte Raum ist zwar quantitativ unendlich theilbar, qualitativ aber absolut einfach und unzerlegbar. Er ist die Bedingung aller speciellen Raumvorstellungen.

2) Es gibt keine andere Ausdehnung als den Raum. Alles, was ausgedehnt ist, ist allseitig ausgedehnt. Die für einseitig oder mehrseitig ausgedehnt ausgegebenen »Gebilde« wie Linie, Ebene, Fläche, sind nur im allseitig ausgedehnten Raume denkbar, und zwar als Grenzen von Raumtheilen. Wenn man bei der Vorstellung allseitig ausgedehnter Raumtheile die Aufmerksamkeit vornehmlich auf die Grenzen richtet, so entsteht die Vorstellung der Fläche, der Linie, des Punktes. Es ist nicht wahr, dass man sich Flächen, Linien oder Punkte unter vollständiger Abstraction von dem allseitig ausgedehnten Raume vorstellen oder denken könne.

3) Der Punkt ist nicht das Raumelement. Wie der allseitig ausgedehnte unendliche Raum qualitativ einfach und quantitativ complex ist, so ist umgekehrt der Punkt, d. i. die vollkommenste Ortsbestimmung im Raum, quantitativ zwar einfach, aber qualitativ complex.

Da der Raum unendlich theilbar ist, so kann er keine letzten Elemente besitzen. Jeder, auch noch so kleine Raumtheil ist allseitig ausgedehnt. Die Raumgrenzen Fläche, Linie, Punkt, sind unter einander und von dem allseitig ausgedehnten Raume qualitativ verschieden. Jede Richtung im Raum ist von jeder andern Richtung in einer Art verschieden, welche durch reine Größenbegriffe nicht ausgedrückt werden kann.

Die Ausdrücke Linien- und Flächen-Element, Punktreihe, Punktmenge u. s. w. sind aus der Verkennung der qualitativen Eigenschaften des Räumlichen hervorgegangene Scheinbegriffe.

4) Die Ausdehnung ist an und für sich nicht Größe; sie wird es erst dadurch, dass auf Grund der Aenderung, die wir Bewegung nennen, die Intensitätsvergleichung auf sie angewendet wird. Es gibt keine anderen als intensive Größen. Auch der Raum, die Extension, ist als Größe intensiv (gemessen durch die Intensität von gewissen Empfindungen). Alles Messen ist daher in letzter Instanz ein Messen intensiver Größen.

5) Es ist eine reine Ausdehnungslehre, unabhängig von jeder Größenbetrachtung, wohl möglich. Dagegen ist eine ganz reine Größenlehre, da die Vergleichung des Intensiven stets räumliches Auseinandersein voraussetzt, nicht denkbar. Bei der sogenannten reinen Größen- und Zahlenlehre abstrahirt man möglichst weitgehend von allen Richtungen im allseitig ausgedehnten Raum mit Ausnahme einer einzigen. Es liegt daher der letzte Grund aller apodictisch gewissen (nothwendigen) Urtheile doch in der Raumanschauung.

6) Die Wundt'sche Lehre von den complexen Localzeichen lässt nicht nur hinsichtlich des Problems der eindeutigen und widerspruchslosen räumlichen Ordnung der Gesichts- und Tastwahrnehmungen nichts zu wünschen übrig, sondern sie wird auch den, unabhängig von der speciellen Sinnespsychologie, aus rein erkenntniss-theoretischen Betrachtungen über die Raumanschauung resultirenden Forderungen von allen Theorien am besten gerecht, indem sie, unter Annahme einer gewissen Modification, sowohl der rein qualitativen Urnatur der räumlichen Ausdehnung, wie der entwicklungsfähigen quantitativen Betrachtung der räumlich-intensiven Größe gebührend Rechnung trägt.

II. Die Lehre von den Dimensionen betreffend:

7) Der rein analytisch definirte Dimensionsbegriff hat mit der räumlichen Ausdehnung nicht mehr zu thun als der Begriff der unabhängigen Variabeln; er geräth überdies in direkten Widerspruch mit den räumlich definirten Begriffen der Dimension. Der »n-dimensionale Raum« ist nur ein unpassender und irreführender Ausdruck für die »Mannigfaltigkeit mit n unabhängigen Variabeln«.

8) Der auf die Möglichkeiten der Raumbegrenzung aufgebaute Begriff der Dimension ist in der Natur der Raumanschauung begründet. Er ist jedoch weder geometrisch noch analytisch als Hülfsmittel der Demonstration und Rechnung verwendbar, da die so abgeleiteten Dimensionen weder den Charakter der »Größe« besitzen, noch sich als »Richtungen« im Raume betrachten oder aufzeigen lassen. Außerdem sind sie weder coordinirt, noch vertauschbar.

Adoptirt man diesen Dimensionsbegriff, so kann man nach der Anzahl der Stufen der Raumbestimmung vier Dimensionen zählen, vom allseitig ausgedehnten Raum bis zum Punkt; oder drei, wenn man den Punkt nicht als solche Stufe gelten lassen will. Da diese Stufen der Raumbestimmung völlig heterogen sind, so wäre es willkürlich und sinnlos, von ihnen ausgehend, weitere Dimensionen zu fordern.

9) Auch auf die Analogie zwischen den Potenzen einerseits und den Flächen- und Körpermaßen anderseits, lässt sich keine stichhaltige Definition der Dimension gründen.

10) Der geläufigste aller Dimensionsbegriffe, der mit Bezug auf Grundrichtungen und Coordinaten definirte, ist rein conventioneller Natur und in dem Wesen der Raumanschauung nicht begründet. Es gibt im Raume von jedem Punkte aus unendlich viele Richtungen; keine derselben aber hat ein Vorrecht vor den andern, als Grundrichtung angesehen zu werden. Man kann daher eine beliebige Anzahl von Richtungen als Dimensionen wählen. Des Oeconomieprincipes halber wird man jedoch die Anzahl derselben möglichst reduziren. Da zur eindeutigen Bestimmung eines Ortes im Raum (Punktes) mindestens vier Bestimmungsstücke nöthig sind, so sollte man nicht weniger als vier Dimensionen annehmen. Bei den gebräuchlichen sogenannten dreifachen Coordinatensystemen ist das vierte Bestimmungsstück hinter der Wahl der positiven und negativen linearen oder Winkel-Richtungen versteckt.

11) Wählt man die drei auf einander senkrechten Doppelrichtungen des gebräuchlichen Coordinatensystems als Dimensionen, dann ist in der Definition schon die Möglichkeit einer vierten und höherer Dimensionen vollständig ausgeschlossen.

Lässt man dagegen Dreiheit und Orthogonalität fallen, dann ist der Anzahl der Dimensionen allerdings keine Grenze gesetzt. Aber sie beziehen sich dann alle auf den gegebenen Raum, der, je nach der gewählten Anzahl der Grundrichtungen, als vier-, fünf- oder n-dimensional betrachtet werden kann. Die Ausdrücke »vierte Dimension«, »Raum von n-Dimensionen« u. s. w. sind in allen Fällen, wo sie sich nicht auf den gegebenen Raum beziehen, Träger von trügerischen Scheinbegriffen.

12) Ein Schein von Berechtigung entsteht für die metageometrische Speculation bei dem Versuche, die Erscheinungen der Enantiomorphie mit dem Princip der allgemeinen Naturcausalität in Einklang zu bringen. Vom strengsten wissenschaftlichen Standpunkte aus sollte aber hier das Zugeständniss der Unerklärbarkeit der Thatsachen einwurfsfreier erscheinen als die Zuflucht zu begrifflichen Constructionen, die einer streng logischen Kritik nicht Stand halten.

Ueber Naturzwecke.

Von

Edmund König.

Sondershausen.

Wenn man die Geschichte der einzelnen Wissenschaften überblickt, so bemerkt man bei allen, die Mathematik nicht ausgenommen, einen im Laufe der Zeit sich vollziehenden Wandel der methodologischen und theoretischen Grundanschauungen, der durch den Fortschritt der Erkenntniss selbst bedingt ist und somit nichts Wunderbares oder Auffälliges an sich hat. Dagegen zeigen die biologischen Disciplinen insofern ein besonderes Verhalten, als hier zwei entgegengesetzte Auffassungsweisen der Erscheinungen, die mechanische und die teleologische, in periodischem Wechsel sich beständig wiederholen, ohne dass es bis jetzt der einen von beiden gelungen wäre, die andere endgültig zu verdrängen. Nachdem während des 17. Jahrhunderts die durch Descartes entwickelte mechanische Naturanschauung die Geister ausschließlich beherrscht hatte, tritt im folgenden die teleologische, theils in der Form der durch Wolff wieder in Uebung gekommenen Erklärung nach äußeren Zwecken, theils in der des physiologischen Vitalismus und Animismus an ihre Stelle und behauptet das Feld, bis im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts wiederum ein Umschlag erfolgt, und der Zweckbegriff von neuem als unwissenschaftlich in Acht und Bann gethan wird. Diesmal scheint der Herrschaft der mechanischen Anschauung aber nur eine kurze Dauer beschieden zu sein; die vor etwa zehn Jahren zuerst schüchtern hervorgetretene Opposition der Neovitalisten und Antidarwinisten ist bereits heute zu einer mächtigen Bewegung angewachsen, die sehr wahrscheinlich mit dem Siege der Teleologie enden wird.

Natürlich hat weder das mechanische noch das teleologische Begriffssystem ganz unverändert die Jahrhunderte überdauert, vielmehr

haben beide, unter dem Einflusse einer immer mehr in die Breite und in die Tiefe gehenden Thatsachenkenntniss, Veränderungen im Sinne einer fortschreitenden Verfeinerung erfahren, die charakteristischen Grundvoraussetzungen sind jedoch dieselben geblieben. Für die Mechanisten steht es fest, dass alle Vorgänge und Gebilde in der Lebewelt wie in der Natur überhaupt allein durch blind wirkende Ursachen bestimmt werden bezw. hervorgebracht worden sind; die Teleologen sind dagegen überzeugt, dass zum mindesten der Bau der Organismen und der Verlauf der Lebensthätigkeiten ohne die Annahme der Wirksamkeit von Zwecken unverständlich sei, und folgern hieraus, dass in der Natur überhaupt die Zweckbestimmung (Finalität) neben der Causalität eine Rolle spiele. Diese Constanz der leitenden Ideen ist ein deutlicher Beweis dafür, dass es sich in denselben um Gedanken handelt, denen eine axiomatische Geltung beigelegt wird, und die also nicht aus der speciellen biologischen Erfahrung, sondern aus allgemeinen philosophischen Erwägungen abgeleitet sind. In der That besteht ja der Gegensatz der mechanischen, d. h. causalen, und der teleologischen Betrachtungsweise auch in der Wissenschaft, die nicht irgend ein beschränktes Gebiet der Wirklichkeit, sondern die Welt als Ganzes zum Gegenstande hat, in der Metaphysik. Andrerseits zeigt sich freilich, dass die teleologischen Systeme der Metaphysik mit wenigen Ausnahmen in der Biologie wurzeln, indem sie die Realität von Zwecken in der Lebewelt als erwiesen ansehen und es unternehmen, den Zusammenhang der Dinge überhaupt nach Analogie bestimmter biologischer Zweckbeziehungen zu deuten. In diesem, auf einen circulus vitiosus hinauslaufenden Verhältniss liegt, wie ich glaube, der Hauptgrund, dass es in dem Streite zwischen Mechanismus und Teleologie zu keiner rechten Entscheidung kommen will. Die Philosophen haben sich im allgemeinen zu wenig darum gekümmert, ob und wie weit die Lebenserscheinungen wirklich die Merkmale eines Zweckzusammenhanges darbieten, und die Biologen pflegen den Zweckbegriff als Erklärungsprincip heranzuziehen, ohne nach seiner eigentlichen Bedeutung und den unabtrennbar mit ihm verbundenen weiteren Voraussetzungen zu fragen. Aus der neuesten vitalistischen Literatur lassen sich zahlreiche Stellen anführen, die eine erstaunliche Kritiklosigkeit der Verfasser bei der Anwendung eines so verwickelten Begriffes bekunden, wie es der Zweckbegriff ist. Wenn irgendwo, so

ist also hier eine dankbare Aufgabe gegeben für jene planmäßige Verknüpfung von Empirie und philosophischer Begriffsarbeit, ohne die nach Wundt[1]) weder die Philosophie noch die Einzelwissenschaften gedeihen können.

Wenn wir es unternehmen, in diesem Sinne das Problem der Naturzwecke im Folgenden zu bearbeiten, so sind wir doch weit entfernt von dem Glauben, es vollständig lösen zu können. Es soll nur der Versuch gemacht werden, die auf dem Boden der empirischen Naturwissenschaft erwachsenen teleologischen Hypothesen einer etwas schärferen logischen und erkenntnisstheoretischen Kritik zu unterwerfen, als dies gewöhnlich geschieht, und dadurch vielleicht einige Schwierigkeiten zu heben und Unklarheiten zu zerstreuen. Zu diesem Zwecke wollen wir zunächst den Ursprung des Zweckbegriffes untersuchen, sodann seinen logischen Charakter und seinen Erkenntnisswerth feststellen, weiter die thatsächlichen Grundlagen, auf denen die Annahme von Naturzwecken beruht, prüfen, um endlich zu einem Urtheil zu gelangen, ob und in welchem Sinne neben der causalen Interpretation der Erscheinungen eine teleologische in Frage kommen kann.

1. Dass der Begriff des Zweckes ursprünglich von den Verhältnissen der menschlichen Willensthätigkeit abstrahirt worden ist und in dieser sein eigentliches Anwendungsgebiet hat, wird allseitig zugestanden. Wir sprechen hier von einem Zweck, insofern und soweit eine Handlung durch den Gedanken an ihren wirklichen oder vermeintlichen Erfolg bestimmt wird. Wenn ich z. B. der Lampe einen Lichtschirm aufsetze, um weniger von der Helligkeit geblendet zu werden, so ist die Verdunkelung des Zimmers mein Zweck, und weil dieser Erfolg, wie ich weiß, durch Aufsetzen des Schirmes bewirkt wird, führe ich die entsprechende Handlung aus. Bei dem ganzen Vorgang sind demnach drei Glieder zu unterscheiden, die Vorstellung des Enderfolges oder Zweckvorstellung (Z), die entsprechende Handlung, das Mittel (M) und der wirkliche Erfolg, der realisirte Zweck (E); jedes dieser Glieder bestimmt das nächstfolgende, und zwar stehen M und E im Verhältniss von Ursache und Wirkung, während zwischen Z und M eine complicirte, noch zu untersuchende

1) System der Philosophie, S. 17.

Abhängigkeitsbeziehung stattfindet. Der Umstand, dass in vielen Fällen E nicht die unmittelbare, sondern eine entferntere Folge von M ist, indem zwischen beide eine kleinere oder größere Zahl von Mittelgliedern sich einschiebt, ändert die Sachlage nicht wesentlich, es tritt nur an Stelle der einfachen Causalbeziehung zwischen M und E eine Causalreihe. Unter allen Umständen gehört aber der Verlauf $M \ldots E$ ganz und gar der physischen Sphäre an, und er wird deswegen auch durch dieselben Gesetze bestimmt, wie alle anderen Vorgänge der äußeren Natur. Dagegen deutet der Zusammenhang zwischen Z und M in allen Fällen auf ein psychophysisches Abhängigkeitsverhältniss hin, da Z der Innen-, M aber der Außenwelt angehört; hierzu kommen aber noch weitere theils psychische, theils physische Beziehungen hinzu. Gehen wir von M, der äußeren Willenshandlung[1]) aus, so löst sich diese bekanntlich in einen Complex von Muskelcontractionen auf, die durch gewisse ihrer näheren Beschaffenheit nach unbekannte Vorgänge der motorischen Centren ausgelöst werden. Gehen wir von Z aus, so schließen sich daran zunächst gewisse intellectuelle Vorgänge einfacher oder zusammengesetzter Art. Wenn nämlich der Erfolg E nicht unmittelbar durch Bewegungen unserer Gliedmaßen realisirt werden kann, so findet meistentheils eine Ueberlegung, ein Suchen nach den geeigneten Hülfsmitteln statt, d. h. wir construiren uns in Gedanken versuchsweise verschiedene Causalreihen, bis wir eine gefunden haben, die das beabsichtigte Resultat ergibt. Hierzu ist natürlich die Kenntniss der in Betracht kommenden speciellen Causalgesetze nöthig, die durch frühere Erfahrung erworben sein muss, und deren Mangelhaftigkeit nicht selten zur Wahl ungeeigneter Mittel und dadurch zur Verfehlung des Zieles führt. Wie alle intellectuellen Thätigkeiten, kann aber auch diese durch Uebung abgekürzt, mehr oder weniger mechanisirt werden, so dass mit der Zweckvorstellung sich scheinbar ganz unmittelbar die Vorstellung der zur Realisirung des Zwecks nothwendigen Handlung verbindet. Damit es nun zur wirklichen Handlung kommt, ist offenbar noch nöthig, dass diese Vorstellung in die entsprechende motorische Innervation übergeht; wie dies aber geschieht, das ist die große Frage, an der bisher alle Theorien der Willensthätigkeit sich vergeblich versucht haben.

1) Die sog. innere Willensthätigkeit kann für unsern Zweck außer Betracht bleiben.

Ein Act bewusster Setzung kann es nicht sein, denn thatsächlich haben wir von den die willkürliche Gliederbewegung bedingenden centralen physiologischen Ursachen gar keine unmittelbare Kenntniss. Für gewöhnlich bilden wir uns bei der Ueberlegung der Mittel zu einem entfernteren Zweck überhaupt gar nicht einmal eine klare Vorstellung der von uns auszuführenden Bewegungen (M), sondern der bewusste Gedankengang endet von E ausgehend schon bei irgend einem Zwischengliede M_x zwischen E und M, worauf sofort die geeignete Bewegung ausgeführt wird. Man hat sich nun freilich gerade auf dergleichen Thatsachen berufen, um zu behaupten, dass ebenso, wie in Fällen der angezogenen Art der ohne besonders darauf gerichtete Absicht erfolgende Uebergang von der Vorstellung M_x zur Handlung zweifellos ein Uebungsergebniss sei, ebenso auch die Coordination der Willkürbewegungen M mit den entsprechenden Bewegungsvorstellungen durch Uebung sich ausgebildet, d. h. erst nachträglich aus einem mit Bewusstsein vollzogenen Acte in ein automatisches Geschehen sich verwandelt habe. Dabei wird indess übersehen, dass alle Uebung das Bestehen derartiger Coordinationen, d. h. die Herrschaft des Willens über den Körper bereits voraussetzt, denn der Effect aller Uebung besteht ausschließlich darin, dass eine Anzahl einzelner Willenshandlungen, die wir vorher schon unabhängig von einander ausführen konnten, zu einem einheitlichen Ganzen zusammengezogen werden; bedenkt man ferner, dass mit der Vorstellung einer Bewegung ja keinesfalls die Bewegung selbst, sondern nur der entsprechende motorische Impuls unmittelbar verknüpft sein kann, so leuchtet ein, dass dies Verhältniss ganz außerhalb des Bereiches der Uebung liegt. Nicht viel weiter kommt man, wenn man die Existenz aus innerem Antrieb erfolgender Bewegungen als gegeben annimmt, und nur die Unterordnung derselben unter die entsprechenden Vorstellungen durch Erfahrung und Uebung erklären will; denn dadurch, dass zwischen Vorstellung und Bewegung noch ein undefinirbares psychisches Zwischenglied in Gestalt des Antriebes zur Bewegung eingeschaltet wird, wird die Sache nicht begreiflicher. Die willkürlichen Körperbewegungen, d. h. jene einfachsten Formen von Willensthätigkeit, bei denen der gewollte Erfolg E mit der Handlung M unmittelbar zusammenfällt, bilden also nicht nur die Grundlage, auf der das Handeln nach entfernteren Zwecken allein möglich wird, sondern auch die

Voraussetzung, unter denen die teleologische Reflexion über die Mittel zu gegebenen Zwecken erst einen Sinn bekommt. Hätten wir nicht erfahren, dass wir in einem gewissen Umfange können, was wir wollen, so würden wir gar nicht darauf kommen, irgend welche Zwecke zu setzen, d. h. irgend welche Veränderungen der Außenwelt als Erfolge möglicher Willenshandlungen zu betrachten.

Geht hieraus hervor, dass der Begriff des Zweckes auf den der Willensthätigkeit sich bezieht, so schließt umgekehrt auch der letztere den Zweckbegriff als wesentliches Element in sich ein. Denn willkürlich nennen wir eine Körperbewegung insofern und nur insofern, als sie einer vorhandenen Zweckvorstellung entspricht. Zweifelhaft könnte dieser Zusammenhang höchstens im Falle der triebartigen Bewegungen erscheinen, die man doch gemeiniglich auch zu den willkürlichen zählt, deren Besonderheit aber gerade darin liegen soll, dass sie ohne bewusste Absicht ausgeführt werden. Nun ist aber thatsächlich ein absolut »blinder« Trieb nirgends nachweisbar; was man so nennen könnte (das Picken junger Hühnchen nach dem Futter u. s. w.), sind zunächst reflexartige Bewegungen von zweckmäßigem Charakter, die durch Sinneseindrücke oder auch durch Gefühle erregt werden, und deren Ausführung in den meisten Fällen ebenfalls mit einer Aenderung der Gefühlslage im Sinne eines Lustzuwachses verbunden ist, bei öfterer Ausführung werden sie aber sehr bald zu absichtlichen und zweckbewussten Handlungen, die sich von anderen Willenshandlungen nur noch dadurch unterscheiden, dass das Auftreten der betreffenden Zweckvorstellungen im Bewusstsein durch besonders intensive, mit dem physischen Lebensprocess unabänderlich verbundene Gefühle bestimmt wird.[1]) Dies ist aber kein durchschlagendes Unterschiedsmerkmal, da auch alle anderen Willensthätigkeiten mit Gefühlszuständen in innigem Zusammenhang stehen, welche aber niemals direct, sondern nur durch das Medium der mit ihnen verknüpften Zweckvorstellungen die Richtung des jeweiligen Wollens bestimmen.

---

1 Die posthynotischen zweckmäßigen Handlungen, welche Wolff neben den instinktiven zum Beweise dafür anführt, dass Zweckmäßigkeit ohne Zweckbewusstsein möglich sei (Mechanismus und Vitalismus, Leipzig 1902, S. 9, zeigen nur, dass das letztere im Moment der Ausführung nicht (mehr) da zu sein braucht.

Fassen wir die Hauptergebnisse kurz zusammen, so können wir sagen, dass der Zweckbegriff das Vorhandensein einer Intelligenz und eines Wollens zur Voraussetzung hat, Ersteres insofern der Zweck jederzeit etwas Vorgestelltes und nur in der Vorstellung Bestehendes ist, Letzteres insofern er auf eine augenblickliche oder zukünftige Willensthätigkeit hinweist. Wir sahen ferner, dass, wenn auch vielleicht eine Intelligenz ohne nebenhergehendes Wollen denkbar ist, doch ein blindes, nicht auf bestimmte Zwecke gerichtetes Wollen nicht existirt und nicht existiren kann, da irgend ein körperlicher Act sich eben nur dadurch mit Sicherheit als Willensact erweist, dass er einer (Zweck-) Vorstellung entspricht. Der Zusammenhang zwischen Zweckvorstellung und Zweckerfolg, um den es sich bei der Frage nach dem Wesen der Zweckbeziehung oder Finalität eigentlich handelt, kann ein mehr oder weniger inniger sein, je nachdem jener Erfolg eine nähere oder fernere Folge des centralen motorischen Impulses ist, mit dem die physische Willensäußerung beginnt; er ist am engsten bei den Willenshandlungen, die eine Körperbewegung zum Zwecke haben, aber auch hier ist er kein unmittelbarer, da sich zwischen Vorstellung und Erfolg immer noch der Innervationsvorgang als directe Ursache der Körperbewegung einschiebt. Die Finalität schließt also in allen aus der Erfahrung bekannten Fällen Causalität als integrirenden Bestandtheil ein; wir kennen kein Beispiel, wo ein Zweck unmittelbar, ohne Betheiligung eines physischen, nach eigenen Gesetzen functionirenden Mechanismus realisirt würde, vielmehr basirt alle bewusste Zweckthätigkeit auf einer gegebenen Coordination zwischen Zweckvorstellungen und centralen motorischen Impulsen in Verbindung mit einem System causaler Abhängigkeitsbeziehungen. Ob jene Coordination selbst als eine ursprüngliche nicht weiter zu analysirende Beziehung aufzufassen sei, oder ob sie sich auf andere Zusammenhangsformen zurückführen lässt, musste dahingestellt bleiben; keinesfalls hat man ein Recht, den Namen Finalität ohne weiteres auf jenes Verhältniss zu übertragen und es der Causalität als ursprüngliche Beziehungsform an die Seite zu stellen.

2. Nach diesen Vorbereitungen können wir an die Beantwortung der Frage herangehen, welcher Begriffsklasse der Zweckbegriff angehört, ob er insbesondere als specieller Erfahrungsbegriff einen vorgefundenen Thatbestand bezeichnet oder als allgemeiner Beziehungs-

begriff (als Kategorie) die denkende Verknüpfung der Erfahrungsthatsachen beherrscht. Der Umstand, dass derselbe aus der psychologischen Erfahrung abstrahirt worden ist, und dass man ihn nur unter Bezugnahme auf die Verhältnisse der menschlichen Willensthätigkeit erläutern kann, beweist in dieser Hinsicht noch nichts, da auch der Begriff der Causalität das Ergebniss eines an die Erfahrung anknüpfenden Abstractionsprocesses ist und so lange ein leeres Schema bleibt, als wir ihn nicht auf bestimmte, empirisch gegebene Arten des Geschehens anwenden. Es könnte ja sehr wohl sein, dass auch dem psychologischen Zweckbegriff eine Beziehungsform von allgemeiner Bedeutung zu Grunde läge, die sich aus der Verbindung mit den speciellen Thatsachen der inneren Erfahrung loslösen und auf andere Erfahrungsgebiete übertragen ließe.

In der That ist der Versuch einer derartigen Verallgemeinerung in verschiedener Weise gemacht worden. Das roheste auf diesem Wege gewonnene Product ist der Begriff der Zweckursache, d. h. einer Ursache, deren Wirksamkeit nach Art und Größe durch den hervorzubringenden Erfolg bestimmt wird. Dass diese Forderung einen Widersinn einschließt, ist einleuchtend. Ursache ist die Gesammtheit der für das Eintreten eines Erfolges nothwendigen und hinreichenden Bedingungen, Causalität also ihrem Wesen nach eine determinatio a parte ante, und es heißt den Begriff derselben aufheben, wenn man die Bestimmung hinzufügt, dass die Ursache sich nach der hervorzubringenden Wirkung richten solle. Bei der intelligenten Willensthätigkeit ist dies ja allerdings in gewissem Sinne der Fall, aber dafür haben wir es hier auch nicht mit einer einfachen Causalrelation, sondern mit einem zusammengesetzten Geschehen zu thun, und das Bestimmende ist dabei nicht der Erfolg als solcher, sondern die vorausgehende Vorstellung desselben. Von dieser psychischen Bedingung möchten aber die Vertheidiger der Zweckursachen (zweckthätigen Kräfte, immanenten Entwicklungstendenzen u. s. w.) gerade abstrahiren, um den Begriff des Zweckes odér Zieles auch auf Vorgänge anwenden zu können, bei denen psychische Factoren nicht betheiligt sind. Auf besserer Grundlage ruht eine andere Erwägung, durch die der Finalität der Rang einer der Causalität gleichwerthigen Kategorie gesichert werden soll. Wenn im Sinne des auf die Totalität alles Seins und Geschehens angewandten Causalprincips aus der

jeweilig gegebenen Weltlage die nächstfolgende mit Nothwendigkeit hervorgeht, so stellt sich der Weltprocess als eine in sich eindeutig bestimmte Reihe von Veränderungen dar, die vom Denken ebenso gut in der einen wie in der anderen Richtung durchlaufen werden, d. h. in der man sich mit gleich gutem Rechte das Spätere durch das Frühere wie das Frühere durch das Spätere bestimmt denken kann. »Der folgerichtig gedachte Causalbegriff fordert also den Zweckbegriff als seine Ergänzung«, ein Geist, der den Weltlauf zu überschauen vermöchte, würde »alles gleichzeitig unter dem Gesichtspunkte des Zweckes und der Causalität erblicken« [1]). Die Coordination von Causalität und Finalität gelingt indess hier nur dadurch, dass beide Begriffe unter Abstraction von der Zeit auf das Schema der logischen Determination zurückgeführt werden. Nun ist aber erstens die Annahme, dass die Totalität des Seins und Geschehens als ein System von Gründen und Folgen gedacht werden könne, die nach zeitloser logischer Nothwendigkeit untereinander verknüpft sind, keineswegs selbstverständlich; ferner wäre die Abhängigkeit der Glieder eines solchen Systems von einander nicht sowohl eine gleichzeitig causale und finale, sondern im Wesen weder das eine noch das andere, denn wenn von der Zeitlichkeit abstrahirt wird, so kann weder von Causalität noch von Finalilät, sondern nur noch von logischer Abhängigkeit gesprochen werden.

Das Gegenstück zu dieser Deduction des Zweckbegriffes aus den Voraussetzungen einer rein rationalistischen Ontologie bildet der neuerdings gemachte Versuch, vom Standpunkte des empiristischen Phänomenalismus aus seine Gleichberechtigung mit dem Causalbegriff zu erweisen. Die Vertreter des bezeichneten Standpunktes wollen bekanntlich Kategorien in der Bedeutung von Denkformen, die, ohne aus der Erfahrung geschöpft zu sein, doch objective Geltung haben, überhaupt nicht zulassen, und betrachten vielmehr alle Begriffe ohne Ausnahme als mehr oder weniger conventionelle Symbole, deren Zulässigkeit oder Unzulässigkeit allein vom Gesichtspunkte der praktischen Brauchbarkeit zu beurtheilen ist. Es sei also auch gegen die Anwendung des Zweckbegriffs nichts einzuwenden, falls er sich zur Zusammenfassung von Erfahrungsthatsachen geeignet erweist. Man

1) Wundt, Logik, I, S. 651. v. Hartmann, Kategorienlehre, S. 472.

ist zwar geneigt, die Allgemeingültigkeit der Causalität als ein gesichertes, wenn auch keineswegs a priori feststehendes Ergebniss der Wissenschaft anzuerkennen, bestreitet aber ihre »Alleingültigkeit«, da es gar keinen Grund gebe, »weshalb dieselbe Erscheinung nicht verschiedenen Zusammenhängen eingeordnet werden könne, je nachdem, mit welchen anderen Erscheinungen wir sie zusammenhalten.« Nun werde durch die Lebensvorgänge es nahe gelegt, an Stelle der causalen Auffassungsweise, bei der immer zwei Glieder verknüpft werden, die »teleologische« Aufeinanderbeziehung je dreier Glieder treten zu lassen. Wir sehen nämlich hier in vielen Fällen, dass auf eine Erscheinung *c*, die veränderlich ist (z. B. einen Lichtreiz), eine Erscheinung *d* folgt, die gleichfalls veränderlich ist (Zusammenziehung der Pupille), und auf diese eine Erscheinung *e*, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Individuen die gleiche ist (Schutz des Auges). Diese besondere Art empirischer Gesetzmäßigkeit sei im Gegensatz zur causalen als eine teleologische zu bezeichnen[1]). Der Begriff eines derartigen dreigliedrigen Zusammenhangs ist aber vollständig unausdenkbar. Denn einmal ist das dritte Glied gar kein concretes objectiv gegebenes Geschehen, sondern ein nur im Denken bestehendes Verhältniss, sodann ist auch die Art der Abhängigkeit der Glieder von einander durchaus unklar. Eine Abhängigkeit zwischen drei Elementen kann nur so gedacht werden, dass zwei von ihnen das dritte bestimmen; dies dritte kann hier nur das Mittelglied sein, denn zuerst muss *c* gegeben sein, damit die functionelle Beziehung überhaupt in Kraft treten kann, und *e* kann seiner Constanz wegen nicht die abhängige Größe sein. Wie aber soll ein realer Vorgang *d* durch etwas bestimmt werden, das wie *e* noch gar nicht besteht? Ich sehe keinen anderen Weg, als dass man entweder dem *e* eine ideelle Präexistenz (als Vorstellung) beilegt und dadurch den »anthropomorphistischen« Gedanken der bewussten Absicht, der aus dem

1) Cossmann, Elemente der empirischen Teleologie (Stuttgart 1899), S. 23 ff., S. 56 ff.; ihm folgt Reinke, Einleitung in d. theoretische Biologie (Berl. 1901), S. 74, 80. Nach Wolff (a. a. O. S. 9) besteht die Finalität in der causalen Abhängigkeit des Daseins einer Einrichtung von ihrem Effect; er gesteht zu, dass diese Abhängigkeit irgendwie vermittelt sein müsse, behauptet aber, dass die Vermittelung nicht nothwendig eine »psychische« zu sein brauche. Ein so völlig problematischer Begriff hat indess keinerlei Existenzberechtigung, ehe nicht die Thatsächlichkeit derartiger Abhängigkeitsbeziehungen erwiesen ist. (Vgl. S. 434 f.)

Zweckbegriff entfernt werden sollte, heimlich wieder einschmuggelt, oder dass man sich auf den Standpunkt eines extremen Subjectivismus zurückzieht und das Bestehen irgend welcher realen Abhängigkeitsbeziehungen überhaupt bestreitet, in welchem Falle das Aufsuchen und Constatiren von Gesetzmäßigkeiten aber überhaupt keinen vernünftigen Sinn mehr hat und jede beliebige Aufeinanderbeziehung von Thatsachen gleicherweise erlaubt ist. Es ist ein Missverständniss, wenn sich einzelne Teleologen auf den transcendentalen Idealismus Kant's berufen haben, um der Causalität als einer »subjectiven Form der Beurtheilung« die Finalität als eine zweite derartige Form an die Seite stellen zu können[1]), da für Kant die Causalität nur im transcendentalen Sinne subjectiv, im empirischen aber objectiv-real ist, während der Finalität von ihm allerdings nur die Bedeutung eines subjectiven Princips der Urtheilskraft beigemessen wird.

Nach der vorausgeschickten Analyse des Zweckbegriffes war die Aussichtslosigkeit aller derartigen Bemühungen eigentlich von vornherein klar. Wenn das Zweckverhältniss mehrere Beziehungen umfasst, so kann es unmöglich als eine primäre Relationsform angesehen werden. Nun wäre es an sich denkbar, dass unter jenen Beziehungen eine von specifischer Art enthalten wäre, die zufällig nur in dieser bestimmten Verbindung mit anderen in der Erfahrung vorkommt, und in der That haben wir eine solche vorgefunden in Gestalt der Coordination von Zweckvorstellung und centraler Innervation; aber welche Bedeutung diese auch haben mag, so würde es doch eine willkürliche Veränderung des Sprachgebrauches sein, wenn man den Namen der Finalität auf dieselbe übertragen und sie etwa als unbewusste Finalität definiren wollte. Denn so sicher es, mit E. v. Hartmann zu reden, eine psychologische Täuschung ist, wenn wir glauben, die bewusste Finalität von innen zu kennen[2]) d. h. das Hervorgehen des Zweckerfolges aus der Zweckvorstellung schrittweise verfolgen zu können, so wenig ist doch der Schluss auf eine der bewussten zu Grunde liegende unbewusste Finalität gerechtfertigt; die bewusste Zweckthätigkeit ruht auf

1) Driesch, Biologie als selbständige Grundwissenschaft (Leipzig 1893), S. 58. Auch bei Wolff macht sich (a. a. O. S. 9, 12, 21) das Schwanken zwischen den Begriffen der »teleologischen Beurtheilung« und der realen Zweckbestimmung unliebsam bemerklich.

2) Kategorienlehre, S. 432.

der Grundlage unbewusster Vorgänge, das ist unleugbar, aber eine sehr kühne Hypothese ist es, wenn man diese Vorgänge selbst als Aeußerung einer unbewussten Zweckthätigkeit auffasst. Ueberdem ist nicht ersichtlich, wieso die unbewusste Finalität eher als echte Kategorie gelten könnte, als die bewusste, denn wenn hier auch der Zusammenhang zwischen Zweckvorstellung und Zweckerfolg als ein unmittelbarer gedacht werden kann, so besteht doch immer noch die Schwierigkeit, dass die beiden verknüpften Glieder disparaten Gebieten angehören. So wenig aber ein Ton sich in das System der Farben einordnen oder zu ihm in irgend eine Beziehung bringen lässt, so wenig ist es möglich, eine Vorstellung und ein reales Geschehen in ein positives Verhältniss zu einander zu bringen.

Wir kommen also zu dem Resultat, dass der Begriff der Zweckthätigkeit oder Zweckbestimmung wesentlich ein empirischer ist, der einen verwickelten Thatbestand der unmittelbaren Erfahrung bezeichnet, nicht ein reiner Verstandesbegriff, der eine elementare Function des auf die Erfahrungsdaten angewandten verknüpfenden Denkens abspiegelt. Daraus folgt aber, dass wir durchaus nicht ohne weiteres berechtigt sind, jeden beliebigen Vorgang ebenso einem Zweckzusammenhange einzuordnen, wie wir ihn, gemäß dem Causalprincip, in causale Beziehung zu anderen setzen. Der Ursachbegriff ist seinem Inhalte nach allgemeingültig, da er den Objecten keinerlei besondere Beschaffenheit beilegt, sondern ein Verhältniss bezeichnet, das gar nicht in der Erfahrung *gegeben* sein kann, sondern stets zu den Objecten *hinzugedacht* werden muss. Der Zweckbegriff gilt aus demselben Grunde unmittelbar nur für die menschlichen Willenshandlungen; wenn wir ihn auf andere Vorgänge anwenden, so legen wir diesen den Charakter von Willenshandlungen bei, d. h. wir machen die Hypothese, dass an ihrem Zustandekommen psychische Bedingungen in der gleichen Weise betheiligt sind, wie dies bei der menschlichen Willensthätigkeit der Fall ist. Wenn daher auch die causale Deutung eines gegebenen Thatsachencomplexes in gewissem Sinne immer hypothetisch bleibt, insofern das Bestehen eines nothwendigen Zusammenhangs zwischen den einzelnen Bestandtheilen desselben niemals empirisch erwiesen werden kann, so ist es die teleologische Deutung doch noch in einem weit engeren Sinne, denn hier wird der Thatbestand selber durch Hinzufügung psychischer Glieder hypothetisch

ergänzt. Ohne Intelligenz und Wille ist eine Zweckbestimmung undenkbar, und wenn der Satz Wundt's, dass es eine völlig willkürliche und darum erkenntnisstheoretisch ungerechtfertigte Annahme bleibe, eine causale Wirksamkeit von Zwecken dort anzunehmen, wo uns Willenshandlungen nicht in der Erfahrung gegeben sind[1]), auch vielleicht etwas zu weit geht, so wird doch in allen Fällen einer versuchten teleologischen Erklärung aufs genaueste zu prüfen sein, ob zu der Vermuthung der psychophysischen Bedingtheit der betreffenden Vorgänge hinreichende Gründe vorhanden sind.

3. Wir kommen damit auf die Cardinalfrage nach den empirischen Kriterien für die Anerkennung oder Nichtanerkennung einer objectiv bestehenden Zweckbestimmung. Dabei mögen zunächst jene menschlichen und thierischen Lebensäußerungen, denen allgemein der Charakter von Willensthätigkeiten beigelegt und für die daher die Zulässigkeit der Zweckerklärung von keiner Seite bestritten wird, außer Betracht bleiben, obwohl es bekanntlich keineswegs leicht ist, ein sicheres objectives Unterschiedsmerkmal zwischen eigentlichen Willensäußerungen und bloß mechanischen Reactionen anzugeben, und obwohl es ferner noch fraglich ist, ob wir berechtigt sind, den Zweck als den bestimmenden Grund der Willenshandlung anzusehen. Unsere Untersuchung soll also darauf gerichtet sein, die Merkmale von Naturobjecten und Vorgängen festzustellen, aus denen mit einiger Sicherheit auf ihnen zu Grunde liegende und sie bestimmende Zwecke geschlossen werden kann. Diese Merkmale werden natürlich bei Objecten und Vorgängen verschieden sein. Wenn wir den Zweckbegriff auf ein Geschehen anwenden, so nehmen wir an, dass die Vorstellung des Erfolges bestimmend war für seinen Eintritt und die Art seines Verlaufes, wobei das Anfangsglied des Processes unmittelbar durch die Zweckvorstellung gesetzt oder auch bloß eine bereits causal vermittelte Folge aus ihr sein kann; im ersteren Falle stellt das betreffende Geschehen den vollständigen physischen Theil eines Zweckzusammenhanges dar, im letzteren nur ein Bruchstück davon. Ein Naturobject oder, allgemeiner ausgedrückt, ein bestimmt geordnetes System materieller Elemente oder eine bestimmte Gruppirung von Energien nennen wir zweckmäßig, sofern wir sie als Product einer Zweck-

1) Logik, I, S. 650.

thätigkeit betrachten, die entweder die Herstellung dieser Gruppirung zum Endziel hatte oder sich derselben nur als eines relativ beständigen Mittels zur Herbeiführung der eigentlich bezweckten Erfolge bedient.

Die Unterscheidung beider Richtungen der Zweckbeurtheilung ist auch deswegen wichtig, weil ihnen zwei typische Formen naturwissenschaftlicher Teleologie entsprechen, die man, mit nicht ganz zutreffenden Ausdrücken, als dynamische und statische bezeichnet hat. Die erstere Form ist die umfassendere, denn die Annahme, dass es ein Zweckgeschehen in der Natur gebe, schließt die weitere in sich, dass gewisse Bildungen als Erzeugnisse einer Zweckthätigkeit aufzufassen sind. Hingegen kann man sehr wohl eine größere oder kleinere Zahl von Naturobjecten als Zweckerzeugnisse ansehen, ohne irgend einem einzelnen empirisch gegebenen Geschehen die Bedeutung einer Zweckthätigkeit beizulegen, falls man annimmt, dass jene Objecte einem aller Erfahrung vorausgehenden (transcendenten) Zweckacte ihr Dasein verdanken. Daraus erhellt freilich zugleich, dass diese Art von Teleologie nicht eigentlich mehr eine naturwissenschaftliche, sondern eine metaphysische ist, insofern dabei gegebene Thatbestände mit Zweckvorstellungen einer überweltlichen, außerhalb des Zusammenhangs des räumlich und zeitlich bestimmten Daseins stehenden Intelligenz in Verbindung gebracht werden, während von Naturzwecken im eigentlichen Sinne nur soweit gesprochen werden kann, als nicht nur die Zweckerfolge, sondern auch die zwecksetzende Intelligenz und der Zwecke realisirende Wille in dem Zusammenhange des Naturganzen eingeschlossen sind.

Die untrüglichsten Anzeichen für die Existenz von Naturzwecken hat man zu allen Zeiten an den Organismen zu finden geglaubt. Und in der That, je genauer die Structur und die Functionen der Lebewesen erforscht worden sind, desto mehr einzelne Züge von Zweckmäßigkeit haben sich herausgestellt, so dass man das Leben selbst geradezu als die »Fähigkeit, auf die Einflüsse der Umgebung zweckmäßig zu reagiren«, definirt hat[1]). Fasst man die betreffenden Erscheinungen genauer ins Auge, so zeigt sich indess sofort, dass ihre Unterordnung unter den Zweckbegriff eigentlich eine petitio

1) Wolff, Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre (Leipzig 1898), S. 62. Plate, Ueber Bedeutung und Tragweite des Darwin'schen Selectionsprincips (Leipzig 1900), S. 9.

principii darstellt. Wenn Functionen zweckmäßig genannt werden, so heißt dies im Grunde weiter nichts, als dass sie der Erhaltung des Daseins der Individuen oder der Art förderlich sind. Dass pflanzliche Samen die Wurzel stets nach unten, den Spross nach oben hin treiben, nennen wir zweckmäßig, weil andernfalls das Individuum sofort absterben würde; dass Amöben sich bei starker Reizung kugelig zusammenziehen, ist zweckmäßig, weil so äußeren Schädlichkeiten eine geringere Angriffsfläche dargeboten wird; dass mit der Entwicklung des Säugethierembryo gleichzeitig die Milchdrüsen in Thätigkeit treten, ist zweckmäßig, weil dadurch dem neugeborenen Thiere die erste Nahrung gesichert wird u. s. w. In keinem dieser Fälle geben uns aber die Thatsachen an sich Veranlassung zu der Annahme, dass die hier angegebenen Wirkungen der betreffenden Vorgänge bezweckte seien, dass es sich also bei den letzteren um Zweckthätigkeiten handele. Die Zweckmäßigkeiten der Structur theilt man in der Regel ein in innere und äußere. Innere Zweckmäßigkeit schreibt man den Organen und dem ganzen Körperbau eines Lebewesens zu, insofern sie die Ausübung wichtiger Lebensfunctionen ermöglichen, äußere, sofern sie mit den Bedingungen der Umgebung derart in Einklang stehen, dass die Existenz des Wesens möglichst gesichert wird. Für unsere Frage ist aber die Unterscheidung dieser beiden Formen, sowie die weitere Classification der zweckmäßigen Einrichtungen, hinsichtlich deren die Anschauungen erheblich auseinandergehen[1]), bedeutungslos; es genügt, zu constatiren, dass auch hier die Thatsachen an sich keinen Beweis dafür enthalten, dass jene Einrichtungen Erzeugnisse einer Zweckthätigkeit sind.

Beschränken wir also unsere Aussage auf das, was die Erfahrung wirklich lehrt, so können wir nur sagen, dass jeder Organismus so gebaut ist und auf die Einwirkungen der Außenwelt so reagirt, dass er innerhalb gewisser zeitlicher Grenzen und innerhalb eines gewissen Spielraums der äußeren Bedingungen ausdauert und sich in ihm gleichenden Nachkommen wiederholt. Die relative Beständigkeit der Individuen würde an sich überhaupt nicht als besondere Eigenthümlichkeit hervorzuheben sein, da ja nach dem allgemeinen Beharrungsgesetz alles Bestehende, soweit an ihm selbst liegt, fortdauert; die

1) Vgl. Wolff, a. a. O., S. 64. Plate, a. a. O., S. 10.

Organismen würden aber, wie das Verhalten nach dem Tode zeigt, durch die Einwirkungen der Umgebung binnen kurzem vernichtet werden, wenn diese nicht durch entsprechende Reactionen beständig im Sinne der Erhaltung ausgeglichen würden. Ebenso kommt die Fortpflanzung der Arten, ein Vorgang, zu dem sonst in der Natur nur sehr entfernte Analogien aufzuweisen sind, nur durch eine Summe besonderer Veranstaltungen und Verhaltungsweisen zu Stande, deren Vorhandensein als eine besondere, specifische Eigenschaft der Lebewesen zu registriren ist. Die Realität der biologischen Zweckmäßigkeit in dem vorhin näher bestimmten Sinne lässt sich also, wie auch Plate gegen Kölliker und Nägeli mit Recht betont (a. a. O., S. 8), nicht in Abrede stellen, und sie wird auch von der Mehrzahl der streng mechanistisch denkenden Biologen nicht geleugnet; aber ihre teleologische Deutung ist durchaus problematisch. Wenn es in der Natur auf die Erhaltung des Lebens abgesehen ist, dann muss man allerdings sagen, dass die Mittel zur Erreichung dieses Zweckes in bewundernswerther Weise berechnet sind, ob aber dieser Zweck wirklich bei der Gestaltung der Organe maßgebend war und die einzelnen Functionen andauernd regulirt, ist fraglich. Der Zweckgedanke ist also eine Hypothese, die man zur Erklärung des thatsächlichen Sachverhalts aufstellen kann, aber durchaus nicht aufstellen muss.

Vielleicht wird mancher Leser uns den Vorwurf machen, dass wir hier unnützer Weise selbstverständliche Dinge breit treten, da kein vernünftiger Biologe unter dem »Zweckmäßigen« etwas anderes verstehe als das Nützliche, im Sinne der Erhaltung Wirkende; man sollte dann aber doch den Sprachgebrauch lieber ändern und zur Bezeichnung dieser Eigenschaft einen anderen, der Missdeutung weniger ausgesetzten Ausdruck wählen, denn leider lassen sich auch aus der neuesten Literatur Beispiele genug anführen, wo die Zweideutigkeit des Ausdrucks Trugschlüsse zu gunsten einer teleologischen Deutung der Lebenserscheinungen veranlasst hat. So hebt Reinke mit Recht hervor, dass die Existenz einer objectiven Zweckmäßigkeit ebenso sicher ist wie diejenige der Naturgesetze[1]), begeht aber eine

1) »Wäre es richtig, dass nur der reflectirende Verstand des Menschen die Zweckmäßigkeit in die Natur hinein interpretire, so müssten ja Pflanzen und Thiere aufhören zweckmäßig zu sein, wenn man alle Menschen todt schlüge.« Die Welt als That (Berlin 1899), S. 255. Vgl. auch Einleitung i. d. theoret. Biologie S. 82f.

petitio principii, wenn er aus der Anerkennung dieser Zweckmäßigkeit die Nothwendigkeit folgert, »auf eine zu Grunde liegende Absicht zu schließen«. Mit dem hervorgehobenen Fehler verbindet sich in den Beweisführungen der Teleologen häufig noch ein zweiter, wenn die den Functionen genau und bis ins Einzelne hinein angemessene Structur der Organe als ein unzweifelhaftes Symptom teleologischer Determination angeführt wird. Dass Zähne, Schlund, Speiseröhre, Magen und Gedärme kunstvoll und planmäßig zum Zwecke des Essens, Schluckens, Verdauens geschaffen sind, ist nach Liebmann ganz unzweifelhaft; ja dieser Philosoph geht noch weiter und nimmt (mit Lotze, E. v. Bär u. A.) aus demselben Grunde eine »Planmäßigkeit« des ganzen Universums an: planmäßig wird die Atmosphäre von der Gravitationsanziehung an die Erde gefesselt und kann sich nicht ins Unendliche verflüchtigen; Luft, Wasser und Land, physikalische und chemische Processe arbeiten zusammen, um das Dasein einer Pflanzenwelt zu ermöglichen, ohne welche wiederum die Thierwelt und der Mensch nicht existiren könnte, u. s. w.[1]). Diese erweiterte Form des Gedankens lässt aber zugleich deutlich erkennen, dass auch hier die Zweckbestimmung nicht sowohl aus den Thatsachen herausgelesen, sondern vielmehr in sie hineingelegt wird. Thatsache ist, dass die Existenz der Lebewelt bedingt wird durch die bestehende Anordnung der Stoffe und Kräfte in der unorganischen Natur; willkürlich hinzugefügt ist die Hypothese, dass diese Anordnung auf die Existenz der Lebewesen berechnet ist. Die angebliche teleologische Beziehung ist in Wahrheit eine causale, die dadurch, dass man dem causal bedingten Erfolge die Bedeutung eines erstrebten Zieles unterlegt, in eine teleologische umgedeutet wird. Genau ebenso ist aber auch die Behauptung, dass die Zähne zum Kauen da sind, nur eine Umschreibung der Thatsache, dass durch die Zähne gekaut wird. Dass wir nun gerade zur Bezeichnung des Verhältnisses zwischen Organ und Function die teleologisch gefärbte Ausdrucksweise bevorzugen, während Niemand daran denkt, zu sagen, dass die Gewitterwolken zum Blitzen da sind, hat allerdings seinen besonderen Grund. Er liegt darin, dass am Organismus uns gewisse typisch sich wiederholende Functionen in erster Linie in die Augen fallen; indem wir

1) Gedanken und Thatsachen, II, 2 (Straßburg 1901), S. 162, 152.

dann erst nach den vielfach der directen Wahrnehmung sich entziehenden Organen suchen, durch deren Thätigkeit diese Functionen zu stande kommen, erscheinen uns die Organe naturgemäß als Werkzeuge, die das Lebewesen zum Zweck dieser bestimmten, ihm wesentlichen Leistungen hat. Wie fruchtbar diese rein subjective, auf jeden Causalzusammenhang anwendbare heuristische Einsicht ist, ist bekannt. Wieso wir aber durch unseren »Causalitätstrieb«, oder durch unser »logisches Denken« gezwungen sein sollen, aus dem gegebenen Thatbestande auf eine zu Grunde liegende, wenn auch in Bezug auf die Art ihres Zustandekommens unbegreifliche, reale Zweckbestimmung zu schließen (Wolff, Vitalismus S. 11, 22), vermag ich nicht recht einzusehen. Wolff findet es unwahrscheinlich, dass bei hundert der Reihe nach unter verschiedenen Bedingungen vollzogenen Wetten immer dieselbe Person gewinnt; das ist richtig, m. a. W. wir haben a priori keinen Grund, dies Resultat zu erwarten, aber es kann deswegen doch eintreten, sein Eintritt enthält also keine Nöthigung, eine auf dies Resultat hinarbeitende Ursache vorauszusetzen. Ebenso ist es a priori zwar unwahrscheinlich, dass eine Vielheit neben einander hergehender und (wenigstens theilweise) von einander unabhängiger Vorgänge (die Functionen der einzelnen Organe) ein bestimmt charakterisirtes Gesammtresultat liefert (Erhaltung des Ganzen), aber es ist doch möglich, ohne dass eine Absicht im Spiele zu sein braucht.

Noch bleibt indess ein Einwand zu bedenken. Wenn ohne Zähne oder ähnliche Vorrichtungen nicht gekaut werden kann, so folgt daraus nicht, dass sie des Kauens wegen entstanden sind; aber wie kommt es, dass die Zähne der besonderen Art der Nahrung genau »angepasst« sind? Das Raubthier könnte zur Noth auch mit dem Gebiss eines Pflanzenfressers sich seine Beute verschaffen und sie zerkleinern, es hat aber nicht dieses, sondern das weit zweckmäßigere Raubthiergebiss; ist das nicht ein genügender Beweis dafür, dass das Organ mit Rücksicht auf die besondere Anwendungsweise gebaut ist, oder sollen wir etwa annehmen, dass die Raubthiere Fleisch fressen, weil sie ein hierzu geeignetes Gebiss haben? Wie man sieht, kommen wir hier auf den schon oben erörterten Begriff der objectiven »Zweckmäßigkeit« zurück. Das Raubthiergebiss ist zweckmäßig, insofern es die Gewinnung und Zerkleinerung der Nahrung erleichtert, es functionirt also im Sinne der

Kraftersparniss und damit auch in dem der Daseinsförderung. Das ist das Factum, und dies Factum erfordert allerdings auch eine Erklärung, aber damit ist durchaus noch nicht die Nöthigung gegeben, eine berechnende Intelligenz als Ursache vorauszusetzen. Wenn trotzdem das natürliche Denken zu dieser Annahme in erster Linie hinneigt, so ist dabei der Vergleich der Organe mit künstlich von uns construirten Werkzeugen maßgebend, bei deren Herstellung ebenfalls auf möglichste Kraftersparniss gesehen wird; dass indess diese Analogie nicht ohne weiteres auch auf die Entstehungsbedingungen ausgedehnt werden darf, geht schon daraus hervor, dass die Natur bei der Erzeugung der organischen Gebilde in ganz anderer Weise und mit ganz anderen Mitteln arbeitet als die menschliche Technik.

Nach der Meinung vieler Teleologen soll nun freilich gerade in den Vorgängen der embryonalen Entwicklung, aus denen der fertige Organismus resultirt, die Realität von Naturzwecken mit besonderer Evidenz zu Tage treten. Eine große Zahl einzelner, an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten eintretender Veränderungen greifen hier so in einander, dass am Schluss das Individuum in seiner typischen Form herauskommt; gelegentliche Missbildungen »vermindern nicht, sondern erhöhen unser Erstaunen über die Zweckthätigkeit und Zielstrebigkeit der Natur«, denn »ganz offenbar arbeitet auch hier alles auf ein bestimmtes Ziel hin, nur leider wird dies Ziel nicht vollständig erreicht« [1]). Sieht man näher zu, in welcher besonderen Eigenthümlichkeit des ontogenetischen Geschehens die Vorstellung eines leitenden Zweckes ihren Grund hat, so kann dies offenbar nur der Umstand sein, dass wir in so und so vielen Einzelfällen denselben Process mit demselben typischen Resultat ablaufen sehen. Hätten wir nur ein einziges Mal Gelegenheit gehabt, die Entwicklung eines organischen Keimes zu verfolgen, so würden wir nicht auf den Gedanken gekommen sein, dass der ganze Vorgang einem Ziele zustrebe, denn auch der Begriff der Harmonie oder des Zusammenstimmens der einzelnen Theilprocesse, auf den Driesch ein besonderes Gewicht legt (a. a. O., S. 87), gewinnt erst einen Sinn

1) Liebmann, a. a. O., S. 155. Driesch, Analytische Theorie der organischen Entwicklung, S. 129. v. Bär, Studien aus dem Gebiet der Naturwissenschaften (Petersburg 1876), S. 82.

bei Beziehung auf das typische Endresultat. Daraus geht aber hervor, dass das angebliche Ziel auch hier nur der in Gedanken vorausgenommene Erfolg ist; von einem dem ganzen Process immanenten »Streben«[1]) ist objectiv nichts zu bemerken, und wenn man von einem Hühnerei mit Recht sagt, dass es »die Bestimmung hat ein Hühnchen auszubilden« (v. Bär), so ist dies nur eine andere Formulirung des Gedankens, dass aus diesem Ei gerade so wie aus jedem anderen unter geeigneten Umständen ein Hühnchen hervorgehen wird. Die Wiederholung derselben Erscheinungsfolge in verschiedenen Fällen hat aber an sich durchaus nichts Auffallendes, da wir ja auch sonst unter gleichen Bedingungen stets die gleichen Erfolge eintreten sehen, und das Gleiche gilt von dem Umstande, dass der ganze Process nach der Befruchtung scheinbar spontan abläuft, da man sich sehr wohl materielle Systeme denken kann, in denen durch einen geringfügigen äußeren Anstoß eine ganze Kette einander bedingender Veränderungen ausgelöst wird. Somit bleibt als einziger Anhaltepunkt für die teleologische Deutung der Ontogenese nur die Thatsache übrig, dass die normale Entwicklung der organischen Keime wieder ein »zweckmäßig« gebautes, d. h. lebensfähiges Individuum liefert. Vom Standpunkte der mechanischen (causalen) Naturanschauung sei dies, wie behauptet wird, unbegreiflich, denn »Naturkräfte, welche nicht auf ein Ziel gerichtet sind, können nichts Geregeltes erzeugen, nicht einmal mathematisch bestimmte Formen, viel weniger einen zusammengesetzten Organismus, sie zerstören nur« (v. Bär, a. a. O., S. 88). Wie man indess diesen Grundsatz in seiner Allgemeinheit beweisen will, ist unerfindlich. Der Begriff der »zerstörenden Naturkräfte« wurzelt in einer rein anthropocentrischen Beurtheilung des Naturgeschehens, an sich hat jede durch die Wirksamkeit physischer Ursachen hervorgebrachte Veränderung eine Form, d. h. eine bestimmte

1) Wenn manche Autoren im Anschlusse an v. Bär es vorziehen, von Zielstrebigkeit statt von Zweckthätigkeit zu reden, in der Meinung, dass dieser Ausdruck einen empirisch constatirbaren Sachverhalt bezeichne unter Ausschluss des hypothetischen Nebengedankens einer zwecksetzenden Intelligenz und eines Zwecke realisirenden Willens, so ist das, wie kaum bewiesen zu werden braucht, eine Täuschung Die Zielstrebigkeit ist so wenig Thatsache wie die Zweckthätigkeit, und durch Einführung dieser veränderten Bezeichnung wird die Voraussetzung einer zu Grunde liegenden Zwecksetzung nicht entbehrlich gemacht, sondern nur verwischt.

neue Vertheilung der Materie zum Ergebniss, und wenn man den Nachdruck darauf legt, dass im gegebenen Falle nicht nur überhaupt eine Form, sondern eine zweckmäßige Form herauskommt, so ist dies nur ein neues Beispiel für die Thatsache, dass alle physiologischen Processe, zu denen ja, im weiteren Wortsinne, auch die Ontogenese gehört, im Sinne der Lebensförderung verlaufen.

4. Wenn sonach, wie schon Kant ausgesprochen hat[1]), die Realität von Naturzwecken aus der Erfahrung nicht bewiesen werden kann, so bleibt doch die Möglichkeit offen, dass sie als Hypothese zur Erklärung gewisser Erscheinungen unentbehrlich ist. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkte zunächst die vitalen Functionen, so würde die Annahme einer dabei mitspielenden Zweckbestimmung von vornherein auszuschließen sein, wenn diese Vorgänge sich, der mechanistischen Ansicht entsprechend, restlos auf dieselben elementaren Wirkungsweisen zurückführen ließen, aus denen sich die Vorgänge in der unorganischen Natur zusammensetzen. Denn zugegeben selbst, dass eine neben der Causalität einhergehende Zweckbestimmung überhaupt denkbar ist, so würde doch vom Standpunkte der Naturwissenschaft keine Veranlassung vorhanden sein, zu diesem Erklärungsprincip zu greifen, wenn sich die Erscheinungen schon aus dem Causalitätsprincip vollständig ableiten lassen. Nun ist die mechanistische Auffassung des Lebens keineswegs ein gesichertes Ergebniss wissenschaftlicher Forschung, sondern ein in allgemeinen naturphilosophischen Erwägungen begründetes Postulat. Von der wirklichen Einsicht in die chemischen und physikalischen Processe, die die Lebenserscheinungen constituiren sollen, sind wir himmelweit entfernt, und es ist fraglich, ob diese Einsicht jemals in einem solchen Umfange zu erlangen sein wird, dass kein unaufgelöster Rest mehr zurückbleibt. Man kann sich hierüber aber auch gar nicht wundern, wenn man bedenkt, dass schon der einfachste Organismus ein äußerst complicirtes Gebilde ist, und dass deswegen auch der Zusammenhang der an ihm sich abspielenden Processe ein sehr verwickelter sein muss. Auch im Gebiete der anorganischen Natur sind wir ja überall, wo die Bedingungen des Geschehens einigermaßen verwickelte sind (z. B. schon bei der Fallbewegung eines unregelmäßig gestalteten

1) Kritik der Urtheilskraft, § 60.

Körpers), nicht in der Lage, die stattfindenden Veränderungen im einzelnen zu verfolgen. Wenn wir trotzdem uns überzeugt halten, dass ihr Verlauf durch allgemeingültige Gesetze geregelt wird, so stützen wir uns auf das der Vernunft einleuchtende und durch die Erfahrung tausendfältig bestätigte Princip der Constanz der materiellen Substanz und ihrer Kräfte.

Wenn die für sich allein vorhandenen materiellen Elemente A und B bei bestimmter gegenseitiger Beziehung c bestimmte Veränderungen erfahren (in welchem Falle wir von einer zwischen ihnen wirksamen Kraft sprechen), so treten, wofern nur dieselbe Beziehung c sich wiederholt, dieselben Veränderungen auch dann ein, wenn neben den Elementen A und B noch weitere C, D u. s. w. vorhanden sind, nur kommen jetzt unter Umständen zu der Wirkung zwischen A und B noch weitere Wirkungen zwischen A und C, A und D u. s. w. hinzu, so dass die Gesammtveränderung, welche A erleidet, aus mehreren Componenten sich zusammensetzt. Umgekehrt wird man schließen, dass die Veränderungen, welche das Element A eines aus A, B, C . . zusammengesetzten materiellen Systems erfährt, jeweilig aus der Summation der zwischen A u. B, A u. C u. s. w. stattfindenden Wirkungen resultiren, da andernfalls ja die Elemente durch ihr bloßes Zusammensein neue Kräfte, also neue Eigenschaften gewonnen haben müssten. Was hier von einem materiellen System gesagt ist, muss nun aber, wenn es überhaupt richtig ist, auch für die Organismen gelten, denn diese setzen sich ja, gerade so wie die nicht organisirten Systeme, aus von einander unabhängigen materiellen Elementen zusammen, die sich beim Zerfall des Ganzen wieder trennen, wie sie vor seiner Entstehung getrennt waren. Alle Wirkungen, die wir am Organismus eintreten sehen, sind also aufzufassen als Resultanten oder Combinationen von Wirkungen, wie sie zwischen den Elementen des Organismus auch sonst erfolgen.

Die Gegner der mechanistischen Ansicht verfahren hiernach ganz richtig, wenn sie die Gültigkeit des Princips der Superposition der Kräfte für den Organismus anzufechten suchen. Schon an den chemischen Verbindungen soll, wie behauptet wird, ersichtlich sein, dass dies Princip thatsächlich keine unbeschränkte Geltung habe. Wasser zeige z. B. ein ganz anderes Verhalten als Wasserstoff und Sauerstoff, und es sei nicht möglich, aus den Eigenschaften dieser

Stoffe diejenigen des Wassers irgendwie abzuleiten[1]). Warum solle es also nicht denkbar sein, dass an der organisirten Materie ganz andere Wirkungsweisen auftreten als die, welche wir aus der unorganischen Natur kennen. Ob es glücklich war, sich zur Unterstützung dieser Hypothese auf die Schopenhauer'sche Lehre von den Naturkräften zu berufen, für welche die jeweilig gegebenen Umstände, also insonderheit die gegebenen Combinationen der Materie, nur Gelegenheitsursachen des Hervortretens bilden, und der Wärme, Elektricität u. s. w. »specifische Energien« des Organismus an die Seite zu stellen[2]), dürfte wohl zu bezweifeln sein, da diese Lehre mit den allgemeinen Anschauungen der heutigen Physik zu wenig vereinbar ist; eher könnte man die Annahme eines »specifisch biologischen Geschehens« aus der phänomenalistischen Erkenntnisslehre zu rechtfertigen suchen, die die Erklärung gegebener Erscheinungen aus nicht wahrnehmbaren Bedingungen (Atomen, Atomkräften u. s. w.) grundsätzlich verbietet und damit die Reduction auf Elementarwirkungen in vielen Fällen (z. B. beim Lichte) unmöglich macht[3]). Nur müssten dann die Lebensvorgänge, so wie sie sich der unmittelbaren Beobachtung darstellen, von allen bekannten Formen chemischen und physikalischen Geschehens ebenso qualitativ abweichen, wie z. B. die Lichterscheinungen von Bewegungsvorgängen. Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall; im Gegentheil, wenn man die verschiedenen, angeblich »neuen Wirkungsweisen«, die »mit jeder der unendlichen Stufen und Formen der Organisation producirt werden, die Erhaltung der Art durch Wachsthum und Zeugung, Stoffwechsel, die verschiedenen Arten der Irritabilität, Phototaxis, Chemotaxis, Geotropismus« u. s. w. (Hertwig) näher betrachtet, so sieht man, dass es sich dabei ausschließlich um Bewegungen, chemische Umsetzungen, Aenderungen des Aggregatzustandes u. s. w., also um Vorgänge von bekannter Art handelt, die sich nur nicht ohne weiteres den bekannten Gesetzen unterordnen lassen, sondern scheinbar ganz neuen Regeln folgen. Wenn man aber bedenkt, dass der Gesammtverlauf der Vorgänge in einem zusammengesetzten Ganzen auch stets

1) Wagner, Briefe eines unmodernen Naturforschers. Berlin 1897, S. 267.

2) Driesch, Biologie als selbständige Grundwissenschaft. Leipzig 1893, S. 42. Hertwig, die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert. Jena 1900, S. 26.

3) So Albrecht in Vorfragen der Biologie. Wiesbaden 1899, S. 33, 86 ff.

durch die Anordnung seiner Theile mitbedingt wird, und dass so sehr häufig anscheinend neue typische Geschehensformen (empirische Gesetzmäßigkeiten) herauskommen, so wird auch hier die Möglichkeit zuzulassen sein, dass die specifischen Functionsweisen des Organismus nur die Bedeutung secundärer (empirischer) Gesetzmäßigkeiten haben, und einer Ansicht, die diese Möglichkeit nicht berücksichtigt, wird der Vorwurf nicht zu ersparen sein, dass sie in den Fehler des älteren Vitalismus zurückfällt und die Lebensthätigkeiten als etwas Einfaches und Unzerlegbares hinstellt, ohne überhaupt zu untersuchen, ob sie sich nicht auf anderweit bekannte elementare Geschehensformen zurückführen lassen.

Unter Bezugnahme auf die in der heutigen Physik allgemein anerkannte Unterscheidung von Kräften und Energien hat man von anderer Seite dem Mechanismus das Zugeständniss gemacht, dass im Organismus zwar keine anderen Energiearten vorkommen, als außerhalb desselben, und dass auch für den Lebensprocess das Gesetz der Erhaltung der Energie uneingeschränkt gilt, verbindet aber damit die Behauptung, dass die Umwandlung der Energie im Organismus nach besonderen Gesetzen erfolge. Während sonst die Art, wie ein Körper auf äußere Einflüsse reagirt, d. h. wie er ihm zugeführte Energien umsetzt, durch die Natur der in ihm vereinigten Elemente und durch die Art ihrer Verbindung bestimmt wird, soll die Reactionsweise des Organismus als eine völlig neue Eigenschaft zu den Eigenschaften seiner Bestandtheile hinzutreten. In seltsamer und wenig klarer Form tritt dieser Gedanke in dem von Reinke aufgestellten Begriffe der (organischen) Dominanten[1]) entgegen, eine scharfe und innerlich

1) Reinke, d. Welt als That, S. 267 ff. Stehen die Dominanten den Energien als ihre »Lenker« gegenüber, so müssen wir sie auch in der unorganischen Natur voraussetzen, in der nach R. die Energien »allein herrschen« sollen (S. 270). Sie entsprechen dann dem, was man die Maschinenbedingungen eines Systems nennt, und der Begriff der Dominante würde also vollkommen zusammenfallen mit dem der Structur oder Configuration. Während nun R. einerseits dies selbst ausdrücklich ausspricht (z. B. Einleitung i. d. theor. Biol. 177), bezeichnet er doch andrerseits wieder die D. als »zielmäßig und zweckthätig wirkende Kräfte« (a. a. O. 176), ja er fasst sie mit der menschlichen Intelligenz unter dem allgemeinen Begriffe der psychischen Kraft zusammen (a. a. O. 182, 576), womit doch wohl gesagt sein soll, dass ihr Wirken nicht bloß ein Ausdruck oder eine Folge der jeweiligen Configuration des Systems sein, sondern durch rein ideale Zweckrücksichten bestimmt werden soll.

folgerichtige Fassung hat ihm E. v. Hartmann gegeben, indem er den allgemeinen Satz aufstellt, dass in allen Individuen höherer Ordnung zu den »gesetzmäßigen Actionen der umspannten Individuen niederer Ordnung« noch eine »höhere Gesetzmäßigkeit« hinzutritt[1]). Die unorganischen Körper sind nach dieser Ansicht bloße Aggregate niederer Individuen (der materiellen Elemente), deshalb gilt für sie das oben formulirte Princip der Addition der Wirkungen ohne jede Einschränkung; die Organismen dagegen sind Individuen höherer Ordnung, der Organismus als Ganzes ist mehr als die Summe seiner Theile, und dies zeigt sich eben darin, das an ihm neben den physikalisch-chemischen Elementarkräften noch höhere, nicht von bestimmten Raumpunkten ausgehende dynamische Functionen in die Erscheinung treten und in Verbindung mit jenen die Umwandlung der Energien regeln. Die ganze Streitfrage wird hier auf die metaphysische Frage zurückgeführt, ob allein die Bestandtheile der Materie als reale Einheiten (Individuen) anzusehen sind, oder ob es daneben noch Wesenheiten gibt, die sich zwar in der Erscheinung als Complexe materieller Elemente darstellen, aber deswegen doch ebenso ursprüngliche reale Einheiten bilden wie jene. Wer aus irgend welchen Gründen die letztere Ueberzeugung hegt, der muss folgerichtigerweise die mit ihr unvereinbare mechanistische Naturauffassung grundsätzlich bekämpfen. Daher war z. B. Schopenhauer trotz seiner umfassenden naturwissenschaftlichen Bildung und seines Strebens, die philosophische Speculation durchweg an die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Erfahrung anzuknüpfen, ein grundsätzlicher Gegner der mechanistischen Biologie[2]), und ihm hat sich v. Hartmann rückhaltlos angeschlossen.[3]) Lassen wir aber alle metaphysischen Erwägungen

1) Kategorienlehre, S. 465.

2) Vgl. Welt als Wille und Vorstellung. Leipzig 1859, S. 173: Der gegebenen Ansicht gemäß wird man zwar im Organismus die Spuren chemischer und physischer Wirkungsarten nachweisen, aber nie ihn aus diesen erklären können, weil er keineswegs ein durch das vereinigte Wirken solcher Kräfte, also zufällig hervorgebrachtes Phänomen ist, sondern eine höhere Idee, welche sich jene niederen durch überwältigende Assimilation unterworfen hat. Ebenso in »Wille in der Natur«, S. 33, 43.

3) In ähnlichem Sinne stellt auch Driesch in seiner neuesten Schrift (die organischen Regulationen, Leipz. 1901, S. 211) der extensiven Mannigfaltigkeit der in einem System gegebenen materiellen Bedingungen die »intensivere Mannigfaltigkeit« der »Entelechie« als mitbestimmenden Factor an die Seite.

beiseite, um die Sache vom Gesichtspunkte der empirischen Naturwissenschaft zu prüfen, so zeigt sich, dass die von Schopenhauer aufgestellte und von Hartmann eingehender begründete Theorie zu unhaltbaren Consequenzen führt. Wie an den Organismen eine höhere Gesetzmäßigkeit in Kraft treten kann ohne »Störung oder Suspension der Gesetze, nach denen die unorganischen Kräfte die Kraftumwandlung vorgenommen hätten, wenn sie sich selbst überlassen geblieben wären«, ist unerfindlich. Die Gesetze der physikalischen und chemischen Elementarwirkungen bestimmen, so viel wir wissen, die Vorgänge in einem materiellen System vollkommen eindeutig, für eine höhere Gesetzmäßigkeit ist also nur Platz, wenn jene aufgehoben oder eingeschränkt werden, d. h. wenn die materiellen Elemente, dem Princip der Constanz zuwider, mit dem Eintritt in den Organismus ihre Eigenschaften (Kräfte) verlieren oder verändern. So lange nicht biologische Thatsachen vorliegen, welche gar keine andere Deutung zulassen, wird man schwerlich Jemand überreden, dies zu glauben, und statt mit Schopenhauer aus der angenommenen Realität der »höheren Ideen« (höheren Individuationsstufen) auf die Unrichtigkeit der mechanischen Auffassung des Lebens zu schließen, wird man mit besserem Rechte aus dem durch die Erfahrung ausnahmslos bestätigten Princip der Unveränderlichkeit der materiellen Elemente die Unhaltbarkeit jener metaphysischen Voraussetzung folgern.

Zugegeben aber auch, dass der Begriff neuer specifischer Kräfte und Eigenschaften, die an bestimmte Complexe materieller Elemente gebunden sind, mit den allgemeinsten Grundsätzen unserer Naturanschauung vereinbar wäre, so würde doch durch denselben für die Sache der Teleologie noch wenig gewonnen sein. Denn wofern diese Kräfte in gesetzmäßiger Weise wirken sollen (und eine nicht so wirkende Kraft ist ein Unding), muss man annehmen, dass ihre Wirkungen sich nach der jeweiligen Verfassung des Systems, von dem sie ausgehen, und nach den wechselnden Beziehungen desselben zu seiner Umgebung richten, sie können also unmöglich gleichzeitig durch Zwecke bestimmt werden. Man könnte einwenden, dass die Gesetzmäßigkeit der betreffenden Vorgänge eben deshalb eine »höhere« genannt werde, weil sie nicht bloß von den genannten äußeren Bedingungen, sondern daneben auch von Zweckvorstellungen abhingen. Aber es scheint mir undenkbar, eine derartige Abhängigkeit in einem

noch so complicirten Gesetz auszudrücken, denn unter einem Gesetz versteht man die Abhängigkeitsbeziehung zwischen einer concreten Wirkung und ihrer Ursache, also zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Veränderungen, ein Zweck wird aber immer erst durch eine Reihe von Veränderungen realisirt.

Neuerdings haben nun aber einige Teleologen die mechanistische Theorie auf empirischem Wege dadurch zu widerlegen gesucht, dass sie bestimmte biologische Vorgänge aufzeigten, die ihrer Meinung nach in keiner Weise aus den gegebenen äußeren Bedingungen causal zu erklären sind. Wolff glaubt in der Regeneration der herausgenommenen Linse beim Triton, Driesch in der Entwicklung von Echinideneiern einen derartigen Fall entdeckt zu haben[1]). Wolff legt bei seiner Schlussfolgerung den Nachdruck darauf, dass die Linse beim ausgebildeten Thier sich nicht mehr in der Umgebung befindet, in der sie entstanden ist; losgelöst von ihrem Mutterboden (dem Ectoderm), ist sie »als ein Fremdling in fremde Umgebung gewandert«. Wenn nun trotzdem der Organismus aus dem Epithel der Iris eine neue Linse erzeugt, so könne dieser Vorgang »unmöglich nach dem ererbten Typus der ontogenetischen Entstehung erfolgen, sondern der Organismus muss völlig neue Wege finden, um das Gebilde wiederherzustellen«. Letzteres ist nun gewiss richtig, trifft aber streng genommen bei jeder Regeneration zu, da die Bedingungen niemals dieselben sind, wie bei der ersten Entstehung des betreffenden Organs; wenn also Regeneration überhaupt mechanisch (d. h. causal) verständlich ist, und das Gegentheil kann Niemand beweisen, so ist nicht einzusehen, warum sie es in diesem Falle nicht auch sein soll. Der Beweis, den Driesch für die Realität eines »vitalistischen Geschehens« beibringt, steht und fällt mit der Annahme, dass »das Ei nicht aus mannigfach verschiedenen Elementen in irgend einer typisch specifischen Lagerung aufgebaut sein kann, die etwa zu den späteren Differenzirungen in irgend einer Beziehung ständen«; hieraus folgert er, dass, wenn trotzdem an verschiedenen Stellen des Eies unter den gleichen äußeren Bedingungen verschiedene morphogene Vorgänge einsetzen, hierfür eine causale Erklärung nicht möglich sei. Die

1) Wolff, Beiträge u. s. w., S. 68. Driesch, Die Localisation morphogenetischer Vorgänge, in: Archiv f. Entwicklungsmechanik, Bd. VIII, S. 35 ff.

Thatsache, dass sich auch aus der Hälfte, ja dem Viertel eines Eies (nach Ablauf der ersten Furchungen) eine vollständige Larve ausbilden kann, stellt aber keinen genügenden Beweis für die Gleichwerthigkeit der Zellen der Furchungskugel dar, da sie auch unter der Voraussetzung einer stattfindenden Regeneration der fehlenden Hälfte erklärt werden kann.[1])

5. Sind wir somit auf Grund der Thatsachen berechtigt und durch die allgemeinen Grundsätze der causalen Naturerklärung genöthigt anzunehmen, dass alle Vorgänge am Organismus auf physikalische und chemische Elementarwirkungen zurückführbar sind, und dass ihr besonderer Charakter ausschließlich bedingt ist durch die Structur des materiellen Substrats, an dem sie erfolgen, so ist doch damit die Hypothese der Naturzwecke noch nicht endgültig widerlegt, denn es bleibt die Frage nach dem Ursprung dieser besonderen Structur noch offen. Die »Maschinentheorie der Lebensvorgänge« führt nur die Reactionszweckmäßigkeit auf Structurzweckmäßigkeit zurück, aber sie lässt diese letztere unerklärt. Ist es nun denkbar, so kann man fragen, dass eine Maschine, die die wunderbare Fähigkeit besitzt, sich selbst die zum Betriebe nöthige Energie fortdauernd anzueignen, entstandene Defecte auszubessern und neue ihresgleichen zu produciren, ohne Mitwirkung einer zweckthätigen Intelligenz entstanden ist? Es gibt Biologen und Philosophen, welche den chemisch-physikalischen Charakter der Lebensfunctionen zugeben, aber trotzdem jene Frage verneinen zu müssen glauben und behaupten, dass ebenso wenig wie eine Taschenuhr oder ein anderes Werk menschlicher Kunst, ebenso wenig auch ein erhaltungs- und fortpflanzungsfähiger Organismus jemals durch die planlos wirkenden Naturkräfte zu stande gebracht werden würde.

Der hervorragendste Vertreter dieser Ansicht ist Kant. »Um einzusehen, dass ein Ding nur als Zweck möglich sei«, dazu wird nach der bekannten Definition in der Kritik der Urtheilskraft (§ 63) er-

---

1) Der zweite »Beweis« für die Autonomie der Lebensvorgänge, den D. in »die organischen Regulationen« S. 183 ff. vorbringt, würde, wenn er stichhaltig wäre, dem ausgesprochenen Bedenken den Boden entziehen; nur fehlt dem entscheidenden Satze, dass »eine nach drei Dimensionen differente Maschine nicht getheilt werden und doch dem Bau nach ganz bleiben, sich also auch nicht theilen und in ihren Theilstücken jeweils vervollständigen kann«, selbst die Begründung.

fordert, »dass seine Form nicht nach bloßen Naturgesetzen möglich sei«, oder positiv ausgedrückt, dass »die Theile (ihrem Dasein und ihrer Form nach) nur durch ihre Beziehung auf das Ganze möglich sind« (§ 64); als Naturzweck erweist sich das Ding dann, wenn die Theile zugleich das Ganze »aus eigner Causalität hervorbringen«. Die Lebewesen stellen nach Kant Naturzwecke dar, insofern ihnen »eine sich fortpflanzende bildende Kraft innewohnt, welche durch das Bewegungsvermögen allein nicht erklärt werden kann«. Dennoch ist Kant nur in bedingtem Sinne zu den Teleologen zu rechnen, da ein großer Theil seiner Ausführungen vielmehr darauf abzielt, zu zeigen, dass die objective Realität des Zweckbegriffs in seiner Anwendung auf Naturgegenstände nicht erwiesen werden könne, da er weder aus der Erfahrung abstrahirt, noch auch zur Möglichkeit derselben erforderlich sei, ja dass der Gebrauch des Begriffes als eines objectiv gültigen geradezu zu Widersprüchen führe. Folgerichtiger denkend als manche der neueren Teleologen ist Kant sich vollkommen klar darüber, dass die Hypothese einer objectiven Zweckbestimmung nur einen Sinn hat unter Voraussetzung »absichtlich wirkender Ursachen« (§ 72). Diese kann man, wie er weiter ausführt, entweder mit dem »Hylozoismus« als den Dingen innewohnend, oder mit dem »Theismus« als transcendent denken. Der Hylozoismus sei aber unhaltbar, denn er müsse entweder die Materie selbst als lebend ansehen, was ihrem Begriff zuwiderlaufe, oder sie (im Sinne von Leibniz) als bis in ihre kleinsten Theile organisirt und belebt betrachten, was auf eine Zirkelerklärung hinauskomme. Ebenso scheitere aber auch die theistische Begründung der Teleologie an der Unmöglichkeit, einen Endzweck anzugeben, dem sich die zerstreuten Einzelzwecke unterordnen ließen (§ 84). Mögen diese kritischen Argumente immerhin im einzelnen der genaueren Ausarbeitung bedürfen, wenn man sie auf die seit Kant aufgestellten teleologischen Systeme anwenden will, so haben sie doch auch für die Gegenwart noch volle Beweiskraft, und es lässt sich ihnen kaum etwas Wesentliches hinzufügen. Kant selbst zog daraus den bekannten Schluss, dass der Zweckbegriff keine constitutive, sondern nur eine regulative Bedeutung habe, insofern er dazu dienen könne, die Eigenschaften der Organismen »nach einer entfernten Analogie mit unserer Causalität nach Zwecken« zu »beurtheilen«. Das positive Ergebniss seiner

Untersuchungen besteht also eigentlich darin, dass die Organisation als ein Grundphänomen anzusehen sei, da wir nicht im stande seien, seine Möglichkeit aus physischen Bedingungen zu erklären, und selbst dieser Satz wird noch durch die Bemerkung abgeschwächt, dass wir anderseits auch die Unmöglichkeit der Erzeugung der organisirten Naturproducte durch den bloßen Mechanismus der Natur keineswegs beweisen können« (§ 70).

Die heutige Naturwissenschaft steht indess dem Problem der Organisation nicht mehr so ganz rathlos gegenüber, wie das zu Kant's Zeiten der Fall war. Wenn es richtig ist, dass die Erde aus dem feurig-flüssigen Zustande allmählich in den jetzigen übergegangen ist, so muss das organische Leben auf ihr zu irgend einer Zeit seinen Anfang genommen haben; will man also nicht an einen übernatürlichen schöpferischen Eingriff glauben, so hat man nur die Wahl, eine Uebertragung des Lebens auf die Erde anzunehmen, wodurch das Problem nur zurückgeschoben wird, oder die ersten Organismen durch Urzeugung entstanden zu denken. Können wir uns nun von diesem Vorgange bis jetzt auch keinerlei Begriff machen, so hat doch nach der Meinung der mechanistisch denkenden Biologen Darwin wenigstens gezeigt, wie die specifische Zweckmäßigkeit, d. h. Erhaltungsfähigkeit der Organismen, deren Existenz für Kant ein unlösbares Räthsel war, ohne Mitwirkung absichtlich wirkender Ursachen entstehen konnte, ja entstehen musste. Es würde zu weit führen, wenn wir die viel erörterte Frage nach der Haltbarkeit und der Tragweite der Darwin'schen Principien hier in ihrem ganzen Umfange aufrollen wollten. Für unser Thema sind von den mannigfachen gegen die Selectionstheorie erhobenen Einwänden nur zwei von Bedeutung. Zunächst hat man geltend gemacht, dass die fortschreitende Steigerung der Organisationshöhe aus zufälligen Variationen nicht zu erklären sei, dass hierzu vielmehr eine bestimmt gerichtete Abänderungstendenz, eine Zielstrebigkeit des phylogenetischen Processes angenommen werden müsse. Sodann ist betont worden, dass der Darwinismus und die Descendenzhypothese überhaupt im günstigsten Falle die höheren Organismen aus niederen abzuleiten, aber den Ursprung der einfachsten Lebensformen nicht zu erklären vermöge, da er diese vielmehr als Ausgangspunkt der Entwicklung voraussetze. Das erste Bedenken mag, so weit es die Unzulänglich-

keit des Princips der zufälligen, d. h. richtungslosen Variation betrifft, immerhin berechtigt sein, aber es folgt doch daraus noch nicht, dass bei der Entstehung der Abänderungen eine nach Zwecken wirkende Ursache im Spiele gewesen sein müsse, da ja das Zustandekommen bestimmt gerichteter einseitiger Variationen auch unter der ausschließlichen Wirkung blinder Ursachen, z. B. auf dem Wege der »directen Anpassung«, sehr wohl denkbar ist. Die zweite Bemerkung ist zweifellos richtig, aber sie beweist nur, was eigentlich von Niemand bestritten wird, dass die ersten zweckmäßigen, d. h. lebensfähigen Formen nicht auf dem Wege der Selection entstanden sein können; es folgt daraus nicht, dass sie Erzeugnisse einer zweckthätigen Intelligenz seien. Die Polemik gegen den Darwinismus verfehlt also ihr Ziel durchaus, sofern sie zugleich die Wirksamkeit von Zwecken bei dem Ursprung und der Weiterentwicklung der Lebewelt beweisen will.

Im Grunde verfügen die Teleologen nur über ein einziges leidlich annehmbares Argument für ihre Hypothese, das ist der schon mehrmals angeführte Gedanke, dass die »zufällige« Entstehung eines lebensfähigen Gebildes gerade so unwahrscheinlich sei, wie die Entstehung eines mechanischen Kunstwerkes durch das Zusammenwirken blinder Naturkräfte[1]). Dieser Einwand verliert indess viel von seiner überredenden Kraft, wenn man bedenkt, dass auch eine fertig vor uns stehende Maschine das Resultat einer großen Menge einzeln nach einander und zum Theil zufällig gefundener Verbesserungen darstellt[2]). Dass einer der höheren Organismen jemals durch Urzeugung entstanden sein könnte, ist gewiss äußerst unwahrscheinlich, dass dagegen irgendwann und irgendwo einmal durch Zusammentreffen geeigneter Bedingungen ein einfaches erhaltungs- und fortpflanzungsfähiges materielles System, ein Urorganismus, seinen Ursprung genommen habe, ist ganz gut denkbar; war ein solches aber einmal da, so war es, ungleich den Zufallsproducten der (anorganischen) Natur, die ebenso wie sie entstehen auch wieder verschwinden, durch die ihm immanente Fähigkeit, störende Einflüsse auszugleichen, vor dem Untergange geschützt und seine Fortdauer bezw. Weiterentwicklung nicht bloß möglich, sondern nothwendig.

1) Vgl. Liebmann, a. a. O., S. 170.

2) Vgl. Bütschli, Mechanismus und Vitalismus. Leipzig 1901, S. 24 ff.

Vor allen Dingen müssen aber die Vertreter der Teleologie ihrerseits darüber Auskunft geben, wie man sich die Zweckthätigkeit, der die organischen Formen ihr Dasein verdanken sollen, eigentlich zu denken hat, denn es ist unmöglich, von Zwecken in der Natur zu reden, ohne ein zweckthätiges Agens vorauszusetzen; eine Teleologie, die die Beantwortung dieser Cardinalfrage ablehnt, wie das z. B. bei E. v. Bär (a. a. O., S. 77), sowie bei Wolff der Fall ist, ist ein Gebäude ohne Fundament. So viel ich sehe, bestehen hinsichtlich der Wirksamkeit von Zwecken bei der Entwicklung der organischen Formen gegenwärtig drei verschiedene Anschauungen, die sich leicht den von Kant unterschiedenen zwei Typen unterordnen. Entweder führt man die zweckmäßigen Abänderungen auf blind wirkende zweckthätige Kräfte, oder auf die bewussten oder unbewussten Triebe und Willensthätigkeiten der Individuen zurück, oder man fasst sie als unmittelbare Producte einer transcendenten Activität, eines schöpferischen, dem Einzeldasein vorhergehenden und es bedingenden absoluten Willens auf, der im pantheistischen oder im theistischen Sinne gedacht werden kann. Für den Ursprung des Lebens kommt natürlich, wenn man keine Urzeugung annehmen will, nur die letztere Erklärungsweise in Betracht, wobei es gleichgültig ist, ob man die heute bestehenden Arten oder eine kleinere oder größere Anzahl von Urformen an den Anfang setzt. Der Begriff der zweckthätigen Kräfte wurde schon oben wegen seiner inneren Widersprüche und seiner Unvereinbarkeit mit dem Substanzaxiom zurückgewiesen (vgl. S. 425, 443), die Trieb- und Willenshandlungen lebender Individuen üben zweifellos eine Rückwirkung auf die Organisation in dem Sinne aus, dass die Organe den Functionen immer besser angepasst werden, ja sie haben vielleicht, wie Wundt eingehender dargelegt hat[1]), bei der fortschreitenden Differenzirung des Substrats der Lebenserscheinungen wesentlich mitgewirkt; aber erstens setzt wenigstens die bewusste Willensthätigkeit eine schon bestehende, wenn auch noch so primitive Organisation voraus, sie kann also nicht zur Erklärung aller zweckmäßigen Einrichtungen dienen, zweitens ist es noch sehr fraglich, ob es angeht, die den Willen bewegenden Motive als Ursachen der entsprechenden Handlungen anzusehen, ob nicht vielmehr diese Ursachen wie bei

1) System der Philosophie, S. 537 ff.

allen übrigen Lebensäußerungen in gewissen physischen Antecedentien der Willenshandlung zu suchen sind, in welchem Falle die individuelle Willensthätigkeit nicht als wirkliches Erklärungsprincip in Betracht kommen könnte. Die Annahme einer schöpferischen Bethätigung des transcendenten Weltgrundes endlich ist unvereinbar mit dem Causalgesetze, dem zufolge jeder Vorgang in der raumzeitlichen Erscheinungswelt von Ursachen abhängt, die selbst der Erscheinungswelt angehören. Veränderungen, die unmittelbar aus einer transcendenten schöpferischen Zweckthätigkeit resultiren, wären, vom empirischen Standpunkte angesehen, ursachlose Veränderungen, wären Wunder, deren Auftreten überdem, bei der durchgängigen causalen Determination des Einzelnen durch anderes Einzelne, nur unter Durchbrechung der Naturgesetze möglich sein würde[1]).

Selbst wenn man annimmt, dass die Entwicklung und der erste Anfang des Lebens durch blind wirkende Ursachen bestimmt worden seien, bleibt übrigens der Teleologie noch ein letztes Refugium offen. Mag das Leben als Product des zufälligen Zusammentreffens gewisser Bedingungen naturgesetzlich entstanden sein, so ist doch dies Zusammentreffen selbst eine Thatsache, die aus den allgemeinen Wirkungsgesetzen allein nicht zu erklären ist. Gewiss würde man bei hinlänglicher Kenntniss der Verhältnisse sagen können, warum an diesem bestimmten Orte zu dieser bestimmten Zeit gerade diese bestimmten Umstände eintraten, aber man käme doch dadurch nur auf eine andere, frühere Constellation von Umständen zurück, bezüglich deren dieselbe Frage sich wiederholen würde. So gibt die kosmische Mechanik, um ein typisches Beispiel anzuführen, an der Hand des Gravitationsgesetzes Rechenschaft über die relativen Lagen und Geschwindigkeiten der Körper des Planetensystems in irgend einem Zeitmoment, aber sie kann dies nur, indem sie die Verfassung des Systems in einem anderen Augenblicke (die Anfangslage) als gegeben

1) Unter den Neueren huldigt hauptsächlich Reinke der Schöpfungshypothese die Welt als That (S. 318). Seine Behauptung, dass das Wie? der transcendenten Einwirkung auch nicht räthselhafter ist, als das Wie? der immanenten Dominanten, ist um so weniger verständlich, als er selbst die »kosmische Vernunft« für unerkennbar erklärt. Wenn ferner dem Einwande der Durchbrechung der Naturgesetze durch den Hinweis auf die Zweckthätigkeit des Menschen begegnet wird (S. 321), so ist dabei übersehen, dass die menschliche Intelligenz durch Vermittlung einer körperlichen Organisation wirkt, die kosmische nicht.

voraussetzt. Denkt man sich den Stand unserer gesammten Naturerkenntniss auf die gleiche Höhe gebracht, so würden wir die jeweilige Weltlage als nothwendige Folge der vorhergehenden verstehen, aber die Anfangslage bliebe als ein causal zufälliges Factum übrig. Von dieser hängt aber der Verlauf der Vorgänge in dem Ganzen sehr wesentlich mit ab; bei anderer Anfangslage würden z. B. die Bahnen der Planeten statt Ellipsen Parabeln oder Hyperbeln geworden sein. Ist es nun nicht eigenthümlich, dass unter der unendlichen Zahl möglicher Anfangslagen eine zur Wirklichkeit geworden ist, die dem System eine gewisse Stabilität sicherte? Ist es nicht ebenso wunderbar, dass vermöge der ursprünglichen Anordnung der Stoffe und Kräfte die Bedingungen für die Entstehung und Weiterentwicklung des Lebens auf der Erde sich realisirten? Fast unabweisbar drängt sich hier der Gedanke einer Zweckbestimmung auf, durch die dem Wirken der Naturkräfte eine bestimmte Richtung gegeben wurde.

In der That hat Driesch in früheren Schriften die Teleologie auf derartige Erwägungen zu gründen gesucht, indem er hervorhebt, dass »schon das allereinfachste Geordnete und in diesem Sinne Formale causaler Erkenntniss nicht zugänglich ist« und »teleologisch beurtheilt werden muss«[1]. Kräfte und Stoffe seien das Areal der causalen, Formen das der teleologischen Betrachtung. Ob freilich diese letztere schon bei den organischen Formen einzusetzen hat, wie er will, ist damit noch nicht erwiesen; sollte aber auch das Problem der Urzeugung jemals einmal gelöst werden, so würde doch dadurch der Anknüpfungspunkt für die Teleologie nur weiter zurückgeschoben; Object der Zweckerklärung wäre dann die ursprüngliche Verfassung des Universums, von der alles causale Erklären ausgehen muss, die biologische Teleologie würde sich zur kosmologischen erweitern. Wir kämen damit auf den bekannten Standpunkt von Leibniz, der erklärt, dass alles in der Welt nach Gesetzen mechanischer Causalität determinirt ist, dass aber diese Gesetze selbst nur aus dem Gesichtspunkte des Zweckes zu begreifen sind, eine Ansicht, die unter den neueren Philosophen E. v. Hartmann noch genauer formulirt und eingehender begründet hat[2]. Eben wegen ihres universellen Charakters ist aber eine derartige Teleologie nicht mehr eine physische,

1) Analytische Theorie der organischen Entwicklung, S. 166.
2) Vgl. Kategorienlehre, S. 470 ff.

sondern eine metaphysische. Auf Einzelobjecte und einzelne Vorgänge als solche findet der Zweckbegriff keine Anwendung, da ja der Voraussetzung nach innerhalb des Weltprocesses alles causal determinirt ist, und nur die ersten Grundlagen und die allgemeinsten Bedingungen des Daseins (die Anfangslage der Welt und die in ihr herrschenden Gesetze) auf Zwecke berechnet sind. Am klarsten kommt dies zum Ausdruck in dem theistischen System des Leibniz, der die bestehende Weltordnung auf einen vorweltlichen göttlichen Willensact zurückführt und damit die weitere Verfolgung der teleologischen Hypothese zu einer theologischen Aufgabe macht. Für den Pantheismus ist zwar die Zweckthätigkeit des Absoluten (der natura naturans) in gewissem Sinne eine innerweltliche, insofern sie in jedem Momente und an jedem Punkte wirksam ist, aber sie gehört doch nicht der Erscheinungswelt an, sondern liegt ihr als metaphysische Bedingung zu Grunde, kommt also nicht in Frage, so lange wir nur den Zusammenhang der in der Erfahrung gegebenen Objecte und Vorgänge betrachten. Umgekehrt wird daher auch gegen eine metaphysische Teleologie, d. h. gegen die Annahme einer im Absoluten bestehenden Zweckbestimmung, vom Gesichtspunkte der empirischen Naturbetrachtung nichts einzuwenden sein, falls irgend welche anderweite Gründe sie nothwendig machen sollten. In der That gibt es nun, wie ich glaube, ein Factum, welches nur verständlich wird, wenn wir die in der physischen Sphäre ausnahmslos und ausschließlich geltende causale Determination als Ausdruck oder Erscheinungsform einer metaphysischen Zweckthätigkeit betrachten, das ist die bewusste individuelle Willensthätigkeit.

6. Bisher haben wir im Anschluss an die vulgäre Auffassung der Dinge angenommen, dass beim Wollen die äußere Handlung durch die vorhergehende Zweckvorstellung bestimmt werde, wenn es auch nicht möglich war, diesen Vorgang auf irgend einen klaren Begriff zu bringen. Sind jedoch die gegen die Hypothese einer objectiven Zweckbestimmung in der Natur vorgebrachten Gründe überhaupt richtig, so treffen sie ganz unvermeidlich auch diese Annahme mit, und die Meinung, dass wir nach Zwecken handeln, müsste im Gegensatz zum natürlichen Bewusstsein für eine bloße Illusion erklärt werden.[1] Wenn die Vorstellungen oder irgend welche anderen

1) Mit Recht hat Reinke die enge Verbindung des biologischen Problems der

»inneren« (psychischen) Zustände des Individuums, die als solche nicht zum Inhalte der äußeren Erfahrung, nicht zur Natur im engeren (eigentlichen) Wortsinne gehören, dennoch einen bestimmenden Einfluss auf die körperlichen Vorgänge und weiter auch auf die Umgebung ausüben würden, so wären die durch sie veranlassten physischen Veränderungen Wunder im gleichen Sinne, in welchem die Eingriffe eines transcendenten Willens in das Naturgeschehen es sind. Mit jeder einzelnen Willenshandlung würde der stetige Zusammenhang der physischen Vorgänge untereinander unterbrochen und in schöpferischer Weise der Anfang einer neuen Causalreihe gesetzt. Die consequente Anwendung der allgemeinsten Grundsätze physischer Causalerklärung zwingt uns also zu dem Schlusse, dass die Willenshandlungen ebenso wie alle anderen Lebensvorgänge am Organismus naturgesetzliche Folgen eines rein physischen Ursachencomplexes sind, dessen Componenten wir allerdings in diesem Falle der überwiegenden Zahl nach im Organismus selbst zu suchen haben. Die psychische Seite des Willensvorganges würden wir demnach als eine selbständige Begleiterscheinung des physiologischen Processes zu betrachten haben, die für den Verlauf desselben ganz bedeutungslos ist, freilich auch ihrerseits von ihm nicht beeinflusst wird.

Man hat dieser »Automatentheorie« nicht mit Unrecht den Vorwurf gemacht, dass sie den Gedanken der Wirksamkeit des Geistigen in der Welt zu einer wahrheitslosen Illusion herabsetze und dadurch die Möglichkeit eines Verständnisses des menschlichen Culturlebens aufhebe. Derartige indirecte Erwägungen können aber doch die directen Gründe, auf die jene Theorie sich stützt, nicht erschüttern; man kann aus ihnen nur folgern, dass die Annahme eines bloßen Parallelismus der physischen und psychischen Vorgänge keine endgültige Lösung des Willensproblems darstellt, nicht aber, dass sie falsch und durch die Annahme einer psychophysischen Causalität zu ersetzen ist. In der That spricht sich in ihr zunächst nur die

---

der organischen Zweckmäßigkeit und des psychophysischen Problems der intelligenten Willensthätigkeit sehr energisch betont, nur dass er umgekehrt aus der Thatsächlichkeit der letzteren auf die Zulässigkeit der Hypothese einer organischen Zweckthätigkeit schließt. Dieser Schluß ruht aber m. E. auf der irrigen Voraussetzung, dass die Intelligenz zu den objectiv constatirbaren Funktionen des Organismus gehört (Einleitung u. s. w. S. 37).

Einsicht aus, dass im Rahmen der bestehenden Naturordnung, die auch den Körper des Menschen mit umfasst, Eingriffe einer zweckthätigen Intelligenz undenkbar sind, wie aber die damit sich ergebende Antinomie zwischen Naturcausalität und zweckbewusster Willensthätigkeit zu lösen sei, bleibt noch unbestimmt.

Lassen wir die spinozistische Ansicht, nach der Physisches und Psychisches die zwei Attribute oder Erscheinungsformen eines unbekannten Dritten bilden, hier bei Seite, da sie nur die Gleichberechtigung der physikalisch-physiologischen und der psychologischen Erklärungsweise proclamirt, aber die Vereinbarkeit beider thatsächlich nicht begreiflich macht, so bieten sich als entgegengesetzte Lösungsversuche der psychophysische Materialismus und der individualistische Voluntarismus dar. Der Materialismus sucht aus dem Widerstreit dadurch herauszukommen, dass er die Realität des Begriffes der Zweckbestimmung überhaupt bestreitet und auch für die menschliche Willensthätigkeit die physiologische Erklärung aus wirkenden Ursachen allein gelten lässt. Er stützt sich dabei auf die vergleichende Betrachtung der verschiedenen Stufen der Willensbethätigung, welche einen stetigen Uebergang von den einfachsten mechanisch ablaufenden Reflexen bis zu den auf Ueberlegung gegründeten Wahlhandlungen erkennen lassen, und folgert hieraus, dass auch die letzteren nichts weiter seien als zusammengesetzte Reflexvorgänge, die sich von den einfachen nur durch die größere Zahl der zwischen Reiz und Reaction eingeschalteten Zwischenglieder unterscheiden. Die psychischen Zustände des Vorstellens, Sichentschließens u. s. w., die für die Willensthätigkeiten im engeren Sinne charakteristisch sind, sind nach dieser Auffassung lediglich Symptome der verwickelten, centralen Reizübertragungen, Hemmungen und Auslösungen, welche der motorischen Innervation vorausgehen, haben aber keinen directen Einfluss auf den Verlauf des ganzen Vorgangs. Es bleibt auf diesem Standpunkte nur räthselhaft, warum die complicirten Reflexe nicht ebenso unbewusst verlaufen wie die einfachen, und wodurch der trügerische Schein veranlasst wird, dass der vorgestellte Zweck die Handlung bestimme. In Wahrheit könnte man aus den Thatsachen mit gleichem Rechte den umgekehrten Schluss ziehen, dass schon die einfachsten Reactionen der Lebewesen auf Zwecke gerichtete und durch Zwecke bestimmte Willenshandlungen darstellen; denn überall, wo eine gene-

tische Reihe verschiedener Entwicklungsstufen besteht, müssen alle wesentlichen Merkmale, die auf den höheren Stufen zu Tage treten, auch schon bei den niederen im Keime nachzuweisen sein[1]). Damit haben wir aber den Grundgedanken des individualistischen Voluntarismus, dem zufolge die individuelle Willensthätigkeit das zuerst Vorhandene war, aus dem sich die reflexartigen und automatischen Reactionen des Organismus erst nachträglich entwickelt haben. Natürlich dürfen wir uns die primitiven Formen der Willensthätigkeit nicht nach Analogie der bewussten Wahlhandlungen denken, sondern haben sie als Vorgänge aufzufassen, die in gewissem Sinne die Eigenschaften der Reflex- und der höheren Willensthätigkeiten in sich vereinigen, die durch eine im entgegengesetzten Sinne fortschreitende Entwicklung aus ihnen hervorgegangen sind; jene in der Weise, dass durch Uebung sich Einrichtungen herausbildeten, welche weiterhin den Vollzug der betreffenden Thätigkeiten bei Vorhandensein der entsprechenden Reize auch ohne Mitwirkung des Bewusstseins sicherten, diese in der Art, dass durch das Zusammentreffen und die Durchkreuzung verschiedener Motive die Verbindung zwischen diesen und den entsprechenden Handlungen immer lockerer und zugleich mit der fortschreitenden Ausbildung automatisch wirkender centraler Coordinationen immer mittelbarer wurde, während bei den primitiven Willenshandlungen, wie wir annehmen müssen, das Motiv die Handlung eindeutig bestimmte und unmittelbar nach sich zog.

Diese Hypothese bedarf indess nach mehreren Richtungen hin einer Ergänzung und Vertiefung, wenn sie die Schwierigkeiten beseitigen soll, auf die es hier gerade ankommt. Der Widerstreit der von der voluntaristischen Hypothese angenommenen psychischen (teleologischen) und der vom naturwissenschaftlichen Standpunkte zu fordernden physischen (causalen) Determination bleibt auch bei den primitiven Willensthätigkeiten bestehen, ja er tritt hier eigentlich erst recht in seiner vollen Schärfe hervor. Für die höheren Organismen erklärt sich ja die Thatsache, dass ein Theil der motorischen Reactionen ungeachtet seiner physiologischen Bestimmtheit doch zugleich als Ausfluss einer nach Zwecken handelnden Intelligenz aufgefasst werden kann, nach der voluntaristischen Hypothese daraus, dass der

1) Vgl. Wundt, System, S. 540.

Mechanismus, durch den jene Reactionen zu stande kommen, selbst Erzeugniss früherer Willenshandlungen ist, und dass sonach seine Leistungen gerade so wie die einer Maschine den Stempel des auf Zwecke gerichteten Wollens an sich tragen. Auf die Willenshandlungen des Urorganismus kann aber diese Erklärungsweise nicht angewandt werden. Wenn alle Willensthätigkeit eine individuelle ist, bleibt es ferner unbegreiflich, wie sich mehrere elementare Individuen (z. B. Zellen) mit ihrem selbständigen Individualwollen zu einem sie umfassenden Ganzen (dem zusammengesetzten Organismus) vereinigen können, das als solches Subject eines einheitlichen Gesammtwillens ist, da doch unmöglich die organisirende Wirksamkeit des individuellen Willens über die Sphäre der eigenen Leiblichkeit hinausgreifen und andere Willenssubjecte sich eingliedern kann. Als ein weiteres derartiges Factum lässt sich endlich auch noch die »Heterogonie der Zwecke« anführen, eine Erscheinung, deren generelle Bedeutung für alle Entwicklungsprocesse Wundt eindringlich auseinandergesetzt hat, und die im wesentlichen darin besteht, dass der objectiv erreichte Zweck regelmäßig das ihm vorausgehende Zweckmotiv in der Art überschreitet, dass die Neben- und die Folgeeffecte ihrerseits wieder mit Rücksicht auf den zwecksetzenden Willen als zweckmäßige anerkannt werden müssen. (System, S. 328.)

Alle diese Schwierigkeiten verschwinden nun, wenn man den individuellen Voluntarismus zum universellen erweitert, d. h. wenn man das Wirken physischer Ursachen überhaupt als Erscheinungsform einer einheitlichen Willensthätigkeit betrachtet[1]). Die Bestimmung nach Zweckvorstellungen tritt dann nicht erst in der Lebewelt als etwas Neues zur Causalität hinzu, sondern sie ist schon von vornherein und überall unauflöslich mit ihr verbunden. Das Individualwollen ist nur Glied oder Modus des Gesammtwillens, und die individuellen Zwecke sind nur Bestandtheile eines universellen, alles Geschehen durchziehenden Zusammenhangs. Ist der erste Umstand geeignet, den Conflict zwischen Causalität und Finalität principiell zu lösen, so macht der zweite den bei der individuellen Willensentwicklung zu beobachtenden Uebergang anscheinend rein mechanischer

1) Vgl. hierzu v. Hartmann, Kategorienlehre, S. 448 ff., 470 ff. Derselbe, Wahrheit und Irrthum i. Darwinismus, S. 470 ff.

Reactionsweisen in zweckbewusste Willensthätigkeiten und den umgekehrten Vorgang der Mechanisirung ursprünglich mit Bewusstsein vollzogener Willenshandlungen begreiflich, insofern es sich in beiden Fällen jetzt nicht mehr um die Verwandlung eines nur causalen Geschehens in ein finales und umgekehrt, sondern nur um den Eintritt bezw. Austritt eines Zweckzusammenhanges in das individuelle Bewusstsein handelt. Die Heterogonie der Zwecke endlich und die Entstehung höherer Willenseinheiten erklärt sich aus der Einheitlichkeit des Gesammtwillens, von dem alle Individualwillen abhängig sind.

Ob die universelle Willensthätigkeit als eine bewusste oder als unbewusste zu denken sei, bleibe dahingestellt; jedenfalls unterscheidet sie sich von der empirisch allein gegebenen individuellen auch sonst durch sehr wesentliche Merkmale. Während die letztere, um nur einen Unterschied hervorzuheben, den Causalnexus voraussetzt, muss jene umgekehrt als metaphysisches Prius der Causalität gedacht werden. Denn da Finalität und Causalität nicht neben einander bestehen können, wie in den früheren Abschnitten unserer Arbeit zu zeigen versucht wurde, und da die Finalität sich unmöglich auf Causalität zurückführen lässt, wie wir in diesem letzten Abschnitt sahen, so bleibt nur übrig, diese auf jene zurückzuführen, d. h. den Verlauf des Geschehens als eine Reihenfolge von Zweckacten zu betrachten, die sich empirisch (in der objectiv-realen Erscheinungswelt) als gesetzmäßige Aufeinanderfolge einzelner Ursachen und Wirkungen darstellt. Diese Zweckacte aber können nur als unmittelbare, d. h. so gedacht werden, dass in jedem Moment die maßgebende Zweckvorstellung mit dem realisirten Zweck in Eins zusammenfällt.

Wenn sonach die Thatsache des zweckbewussten individuellen Wollens uns dazu nöthigt, »das kosmische Geschehen selbst als eine Entwicklung im wahren Sinne des Wortes«, d. h. als »einen Verlauf unter einander verbundener Ereignisse, durch die objective Zwecke in gesetzmäßiger Reihenfolge zur Erfüllung gelangen« [1]), zu betrachten, so ist doch damit, wie kaum nochmals hervorgehoben zu werden braucht, der Gebrauch des Zweckbegriffes außer für die Psychologie und die darauf sich gründenden Geisteswissenschaften nur für die Metaphysik,

1) Wundt, System, S. 501.

aber nicht für die empirische Naturwissenschaft legitimirt. In der Psychologie und in den Geisteswissenschaften wird die Welt vom Gesichtspunkte des zwecksetzenden Bewusstseins aus betrachtet, für das die Realität der Zweckbestimmung keines Beweises bedarf. Die Naturwissenschaft hat es mit der objectiv-realen Erscheinungswelt zu thun, welche die Anwendung des Zweckbegriffes nirgends herausfordert, ja sie überhaupt nicht einmal zulässt; die Metaphysik ist genöthigt, eine transcendente Bestimmung nach Zwecken als Grundlage des empirisch gegebenen Geschehens vorauszusetzen, wenn die gleichzeitige Gültigkeit der causalen und der teleologischen Deutung der bewussten individuellen Willenshandlungen begreiflich sein soll.

Die Arbeitscurve.

Von

Emil Kraepelin.

Heidelberg.

Mit 5 Figuren im Text und Tafel II.

Als das feste, gemeinsame Band, das die bunte Folge der Tageseindrücke zu einer zusammenhängenden Kette von Erlebnissen aneinanderschließt, erkennen wir ohne weiteres das Bewusstsein unserer Persönlichkeit. Wir sind daher gewöhnt, den wechselnden Bildern der Außenwelt unser eigenes Ich als den Spiegel gegenüberzustellen, der unverändert bleibt, so viele und so mannigfache Strahlen er auch in sich aufnimmt. Es liegt auf der Hand, dass dieser Auffassung nur eine eng begrenzte Berechtigung zukommt. Zunächst ist der Schatz unserer Vorstellungen und unsere gesammte Eigenart bestimmten, langsamen und allmählichen Umwandlungen unterworfen, die sich im Laufe des Lebens deutlich genug erkennen lassen. Sodann aber sind wir auch nichts weniger, als unbetheiligte Zuschauer, sondern wir sind Mitspieler auf der Bühne des Daseins: wir verarbeiten unsere Erfahrungen geistig und gemüthlich und setzen sie in Handlungen um, oft genug unter den heftigsten inneren Erschütterungen. Endlich vermögen äußere Einflüsse aller Art, am entschiedensten gewisse Krankheiten und Gifte, in kürzester Frist die stärksten Umwälzungen in unserer seelischen Persönlichkeit hervorzubringen.

Aber auch dann, wenn wir von allen äußeren Einwirkungen nach Möglichkeit losgelöst sind, herrscht in dem scheinbar so festen Kerne unseres Wesens keine wirkliche Stetigkeit. Vielmehr vollziehen sich in unserem inneren Leben unausgesetzte Wandlungen ohne Ruhe-

punkt. Wie das Gleichgewicht in unserem Körperhaushalte fortwährend durch das verwickelte Ineinandergreifen der verschiedenartigsten Leistungen aller Theile vermittelt wird, so ist auch unser Seelenzustand in jedem Augenblicke von dem Zusammenwirken mannigfaltiger, sich vielfach durchkreuzender Vorgänge bestimmt. In ihren allgemeinen Umrissen ist uns diese Abhängigkeit unseres Ich von Allgemeinbefinden und Stimmung, von Ermüdung, Ruhe und Schlaf, von Hunger und Sättigung u. s. f. vollkommen bekannt. Sie lässt sich aber auch in ihren Einzelheiten verfolgen, sobald man zu dem Hülfsmittel des planmässigen psychologischen Versuches greift. Wir sind im stande, nicht nur die Schwankungen unserer seelischen Leistungen nachzuweisen und zu messen, sondern auch bis zu einem gewissen Grade ihre Ursachen aufzudecken und die Theilvorgänge von einander zu trennen, aus denen sich jeweils die Gesammtleistung zusammensetzt. Freilich werden wir uns dabei zunächst zu bescheiden haben. Es sind bis heute nur einzelne, sehr einfache Formen der geistigen Thätigkeit, aus denen wir Maßbestimmungen für die wechselnden Zustände unseres Innern ableiten können. Wir dürfen indessen wohl erwarten, dass die einmal gewonnenen Grundanschauungen sich späterhin auch auf anderen Gebieten des Seelenlebens als gültig erweisen werden.

I. Der Gang der Arbeitscurve.

Die Frage nach den Schwankungen der geistigen Leistungen ist mir zuerst bei dem Bestreben nahe getreten, die Beeinflussung des Seelenlebens durch äußere Einwirkungen, insbesondere durch Gifte, zu messen. Bei solchen Versuchen zeigte sich nämlich, dass die Dauer einfacher psychischer Vorgänge an verschiedenen Tagen unter gleichen äußeren Umständen durchaus nicht die gleiche war. Ging daraus die Abhängigkeit der geistigen Thätigkeit von wechselnden inneren Bedingungen hervor, so musste mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass sich Aenderungen auf diesem Gebiete auch schon im Laufe eines länger dauernden einzelnen Versuches herausstellen könnten, die dann irrthümlicher Weise als Giftwirkungen hätten gedeutet werden können. Unter diesen Umständen erwies es sich als nothwendig, zunächst zu untersuchen, welchen Wandlungen die geistigen

gen Leistungen aus inneren Gründen, ohne Wechsel der äußeren Bedingungen, unterliegen. Als Maß der Leistungsfähigkeit dienten dabei fortlaufende Reihen von einfachen, gleichartigen Einzelaufgaben, von denen in einer bestimmten Zeit, meist in je 5 Minuten, möglichst viele gelöst werden mussten. Bei weitem am häufigsten wurde bei diesen, vor nunmehr 14 Jahren zuerst begonnenen Versuchen das zifferweise Addiren einstelliger Zahlen verwendet. Durch dieses ungemein einfache und anscheinend ziemlich rohe Verfahren konnten eine grosse Reihe von Erfahrungen gesammelt werden, die uns heute

Fig. 1.

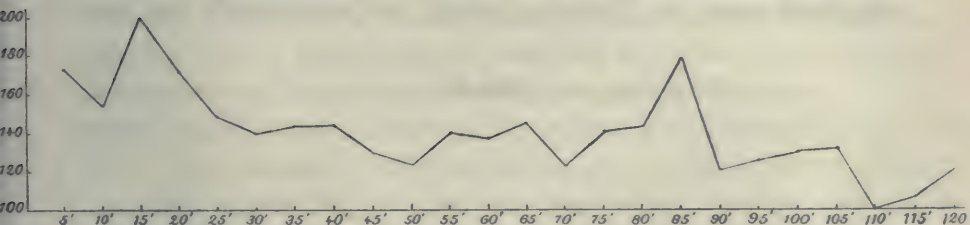
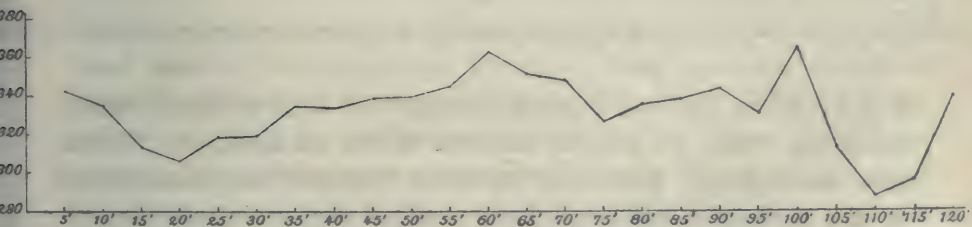


Fig. 2.



schon einen ungefähren Einblick in die verwickelte Zusammensetzung der geistigen Arbeitscurve gestatten, wenn auch im einzelnen noch Vieles aufzuklären bleibt.

War ich ursprünglich von der Vorstellung ausgegangen, dass die Arbeitswerthe nach einigen einleitenden Schwankungen eine annähernde Stetigkeit erreichen würden, so zeigte sich sehr bald, dass von einem derartigen Verlaufe der Arbeitscurve niemals die Rede ist. Auch wenn wir vorerst von den mehr unregelmäßigen Schwankungen der Leistung absehen, verläuft die Arbeitscurve höchstens auf ganz kurze Strecken einmal in gleicher Höhe. Fast immer wird man in

ihren größeren Abschnitten eine absteigende oder aufsteigende Verlaufsrichtung erkennen; nicht selten tritt nach längerer Arbeit eine entschiedene Richtungsänderung ein. Als Beispiele für die drei Grundformen der Arbeitscurve seien hier aus der Arbeit von Oehrn[1]) die zweistündigen Addirleistungen von H. und F. (Fig. 1 und 2) sowie K.'s zweistündige Leistung im Zahlenlernen nach dem Verfahren von Ebbinghaus (Fig. 3) wiedergegeben. Die Werthe bedeuten die in je 5 Minuten addirten oder gelernten Zahlen; auf der Grundlinie sind die Zeitabschnitte in Minuten angezeichnet.

Mustert man eine Anzahl von längeren Arbeitscurven, so bemerkt man, dass in der Regel gegen den Schluss hin eine Senkung eintritt, auch wenn die Richtung vorher eine aufsteigende war wie in

Fig. 3.

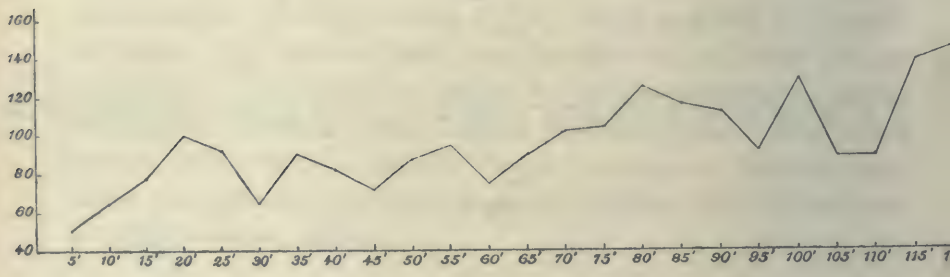


Fig. 2. Unter den von Oehrn mitgetheilten 70 2stündigen Reihen stand nur 8 Mal der höchste erreichte Werth am Ende, aber 24 Mal ganz am Anfange. Der Grund für dieses Verhalten liegt ohne Zweifel in dem Auftreten von Ermüdung, die bei längerer Dauer der Arbeit immer mehr einen maßgebenden Einfluss auf die Leistung gewinnt. Da aber doch nicht alle Curven absteigend verlaufen, so muss es eine Ursache geben, die der Ermüdung entgegenwirkt und sie zeitweise oder dauernd überwiegt. Auch über diese Ursache werden wir nicht lange im unklaren sein: es ist die Uebung. Aus der Uebersicht Oehrns ist leicht zu erkennen, dass ein durchweg

1) Experimentelle Studien zur Individualpsychologie. Kraepelin's Psychologische Arbeiten, I, S. 135. Die Curven stellen nach den ursprünglichen Zahlen aus Oehrn's Aufzeichnungen für H. und F. den ersten, für K. den zweiten der aufeinander folgenden gleichartigen Versuche dar.

aufsteigender Verlauf der Arbeitscurve besonders bei solchen Arbeiten beobachtet wird, die wenig geübt und daher dem Uebungseinflusse sehr zugänglich sind, wie das Buchstabenzählen zu 3, sowie das Lernen von Zahlen (Fig. 3) und Silben.

Allerdings ist von einer Regelmäßigkeit dieses Verhaltens so wenig die Rede, dass eine einheitliche Deutung der sich anscheinend vielfach widersprechenden Erfahrungen auf den ersten Blick unmöglich scheint. Gerade beim Silbenlernen liegt unter 10 Reihen 6 mal die höchste Leistung in der ersten Viertelstunde; andererseits finden wir dieselbe Erscheinung beim Schreiben 5 mal und beim Lesen 4 mal wieder; bei letzterem wird der beste Werth einmal auch erst am Schlusse erreicht. Die Lösung dieser und anderer ähnlicher Schwierigkeiten liegt in der Erwägung, dass wir es in der Gestaltung der Arbeitscurve mit einem Kampfe entgegengesetzter Einflüsse zu thun haben, von denen der eine oder der andere die Oberhand gewinnen kann. Das Erlernen 12 stelliger Reihen von sinnlosen Silben, wie es hier geübt wurde, ist nicht nur eine ungewohnte, sondern auch eine anstrengende Arbeit. Bei der Mehrzahl der Versuchspersonen war daher anscheinend die ermüdende Wirkung dieser Leistung stärker, als die allmählich sich herausbildende Erleichterung durch die Uebung; bei zwei anderen war es gerade umgekehrt, während die letzten Zwei nach kurzem Ueberwiegen der Uebungswirkung späterhin wachsende Ermüdungslähmung darboten. Ein ganz ähnlicher Widerstreit bestand offenbar beim Zahlenlernen, doch trat bei dieser weniger anstrengenden Arbeit die Ermüdung etwas mehr hinter den Uebungseinflüssen zurück. Beim Schreiben war es ohne Zweifel vorzugsweise die Ermüdung der Hand, die in der Hälfte der Reihen von vorn herein ein Sinken der Leistung bedingte. Dagegen haben wir im flüsternden Lesen eine Leistung vor uns, die, anders als das Silbenlernen, weder ermüdend, noch der Uebung sehr zugänglich ist. Wenn sich hier die Arbeitscurve mehrfach von vorn herein senkte, so lag das an der Geringfügigkeit des Uebungsfortschrittes, und wenn trotzdem auch einmal der höchste Werth am Ende der Reihe lag, so haben wir dafür das Ausbleiben stärkerer Ermüdungswirkungen verantwortlich zu machen.

Es bietet keine Schwierigkeit, unter diesen Gesichtspunkten ein allgemeines Verständniss für den Ausfall der verschiedenartigen, von

Oehrn mitgetheilten Versuche zu gewinnen. So lange die Curven ansteigen, überwiegt die Uebungswirkung; sobald sie zu sinken beginnen, die Ermüdung. Das gegenseitige Verhältniss beider Einflüsse ist indessen von einer Reihe verschiedenartiger Umstände abhängig, die zum Theil in der persönlichen Eigenart, zum Theil aber in den besonderen Versuchsbedingungen liegen. Die meisten der in den Versuchen gestellten Aufgaben können von den Arbeitern auf verschiedene Weise gelöst werden und bedingen dabei bald mehr, bald weniger Anstrengung; so erscheint mir das Lernen mit Hülfe der motorischen Sprachvorstellungen, das sogenannte »mechanische« Lernen, weniger ermüdend, als die Einprägung der Gesichtsbilder. Ein solcher Unterschied, der übrigens im Laufe längerer Versuchsreihen manchen Wandlungen unterworfen sein kann, vermag recht wohl das Verhältniss von Uebungs- und Ermüdungswirkung zu verschieben. Wie viele Andere, finde ich das Silbenlernen schwieriger, als das Zahlenlernen; dem entsprechend sinkt meine Arbeitscurve dort, während sie hier, bei einer sonst so nahe verwandten Thätigkeit, steigt bis zum Schlusse.

Wir können nicht zweifeln, dass bei genügend langer Fortsetzung der Arbeit jede Curve schließlich sinken muss. Die Ermüdung gewinnt unter allen Umständen endlich die Oberhand; ihr Fortschritt muss demnach von einem gewissen Punkte an schneller vor sich gehen, als derjenige der Uebung. Die Lage dieses Punktes wird, abgesehen von den Ermüdungs- und Uebungswirkungen der Thätigkeit selbst, durch das Maß von Ermüdung und Uebung bestimmt, mit dem der Versuch begonnen wurde. Die lähmenden Einflüsse gewinnen in der Arbeitscurve um so rascher das Uebergewicht über den Uebungsfortschritt, je höher der Grad von Ermüdung war, der beim Eintritt in die Arbeit bestand. Oehrn theilt die nach einer durchreisten Nacht erhaltene, rasch sinkende Addircurve einer Versuchsperson mit, bei der sonst die Leistung in der gleichen Zeit weit höher zu bleiben pflegte. Solche Ermüdungsreste können, wie Bettmann[1]) gezeigt hat, nicht nur aus der letzten, sondern sogar aus einer noch früheren Nacht stammen; sie können aber auch durch die Arbeit des gleichen Tages erworben werden. Versuche am

1) Psychologische Arbeiten I, S. 202.

Morgen werden daher ein anderes Gepräge zeigen, als solche des Abends. Hier werden wir im allgemeinen ein früheres Sinken der Arbeitscurve zu erwarten haben, als dort. Auch wenn keine eigentliche Arbeit voraufgegangen ist, nimmt im Laufe des Tages die Ermüdung zu, bis ihr Ausgleich durch den Schlaf erfolgt. Gerade die unweigerliche Nothwendigkeit des Schlafes nach längerer Zeit des Wachseins lehrt uns am eindringlichsten, dass in jeder Arbeitscurve das Verhältniss zwischen den Einflüssen der Uebung und der Ermüdung allmählich ungünstiger werden muss.

Allerdings hat es den Anschein, als ob in dieser Beziehung gewisse persönliche Unterschiede bestehen. Lindley[1]) führt die sehr starke Ermüdbarkeit seiner Versuchsperson C. zum Theil auf den Umstand zurück, dass C. ein Abendarbeiter und deswegen morgens ermüdbarer war als abends. Richtig ist es, dass ausgeprägte Abendarbeiter morgens trotz des vorhergegangenen Schlafes ein Gefühl starker Müdigkeit haben können, das sich erst allmählich verliert, während sie sich abends frisch und leistungsfähig fühlen. Es ist indessen einstweilen fraglich, ob wir es in jenem Falle wirklich mit Ermüdung zu thun haben, wie sie den Morgenarbeiter am Schlusse seines Tagewerkes überwältigt. Ich habe mich davon überzeugen können, dass dem Gefühle der Arbeitsunlust am Morgen bei Abendbeitern in der That eine Herabsetzung der Leistungsfähigkeit entsprach. Indessen fand ich, dass mit dem Schwinden jenes Gefühls im Laufe der Thätigkeit die Arbeitswerthe anwuchsen. Andererseits konnte ich feststellen, dass bei einem Abendarbeiter zwar abends die Leistung am höchsten war, dass aber die Arbeitscurve eine deutliche Neigung zum Sinken darbot.

Wie mir scheint, haben wir nur dann ein Recht, eine Herabsetzung der Leistung als Ermüdungserscheinung anzusehen, wenn sie durch die Arbeit selbst gesteigert wird, nicht aber, wenn sie beim Fortarbeiten abnimmt. Im letzteren Falle müssen die Ursachen der Arbeitserschwerung anderer Art gewesen sein. Die Erfahrungen Michelsons[2]) über die Schlaftiefe sprechen dafür, dass die Schlafcurve bei den Morgenarbeitern viel rascher ihre grösste Tiefe

1) Psychologische Arbeiten III, S. 520.
2) Psychologische Arbeiten II, S. 105.

erreicht und sich wieder verflacht, als bei Abendarbeitern. Wir dürfen ferner wohl annehmen, dass die Fortschaffung der Ermüdungsstoffe, namentlich aber der Ersatz der verbrauchten Kräfte und damit die Erholung sich vorzugsweise im Tiefschlafe vollzieht. Diese theilweise stoffliche Erneuerung wird, wenn auch nur in geringem Umfange, doch mit einem Verluste früher erworbener Eigenschaften der körperlichen Grundlagen unseres Seelenlebens Hand in Hand gehen müssen. Sind wir doch gewöhnt, dass rasche und unausgesetzte Schwinden der Gedächtnissspuren zum Theil wenigstens mit dem stetigen Wechsel der Bestandtheile unseres Körpers in Beziehung zu bringen. Wenn dem so ist, so würden wir es begreiflich finden, dass unmittelbar nach dem Tiefschlafe die Ausnutzung der frisch gewonnenen Kräfte noch durch allerlei innere Reibungen und Hinderungen erschwert ist, dass erst eine gewisse Einpassung der neuen Ersatztheile in das verwickelte Getriebe unseres seelischen Räderwerkes stattfinden muss, bevor wir mit der früheren Leichtigkeit arbeiten können. Bei den Morgenarbeitern ist die Erneuerung des verbrauchten Stoffes in der Hauptsache anscheinend schon 2—3 Stunden nach dem Einschlafen beendet, so dass nun noch eine Reihe von Stunden oberflächlicheren Schlafes folgen, in denen sich der Ausgleich zwischen alten und neuen Bestandtheilen vollziehen kann. Dagegen scheint bei den Abendarbeitern der Ersatz so langsam und zögernd stattzufinden, dass er erst kurz vor dem Erwachen abgeschlossen ist. Es wäre daher recht wohl denkbar, dass hier die Erschwerung der Morgenarbeit, zumal sie allmählich zu verschwinden pflegt, ihren Grund mit in den inneren Widerständen hätte, welche die Aufnahme neuer Theile in den Verband der arbeitenden Gewebe zunächst nothwendig erzeugen muss. Gerade unter diesem Gesichtspunkte würden wir es verstehen, dass die Arbeit selbst diese Hindernisse zu beseitigen vermag.

Ein weiteres Beispiel einer Arbeitserschwerung, die nicht auf Ermüdung beruht, bietet uns der Zustand nach der Nahrungsaufnahme. Meine Erfahrungen haben mir gezeigt, dass mindestens nach der Hauptmahlzeit die Leistung herabgesetzt ist, aber bei fortgesetzter Arbeit nicht sinkt, sondern allmählich ansteigt. So deutlich auch nach Tisch das Gefühl der Müdigkeit sich geltend macht, kann es demnach doch nicht aus wirklicher Ermüdung hervorgehen. Freilich

ist es nicht leicht, sich eine bestimmte Vorstellung von der Ursache unserer Arbeitsunlust nach dem Essen zu machen. Vielleicht spielen hier die erhöhten Anforderungen, die der Verdauungsvorgang bei der Blutvertheilung stellt, eine gewisse Rolle.

Wir dürfen gewiss annehmen, dass es außer den angeführten Fällen noch manche andere Zustände gibt, die äußerlich demjenigen der Ermüdung ähnlich sind, den Gang der Arbeitscurve aber in ganz anderer Weise beeinflussen. Dahin gehören namentlich gewisse traurige Verstimmungen, Zerstreutheit durch Ablenkung, auf krankhaftem Gebiete die Zustände mit psychischer Hemmung. Hier findet überall im Verlaufe der Arbeit nicht, wie bei der wirklichen Ermüdung, ein Sinken, sondern ein Anwachsen der Leistung statt. Aehnlich ist es mit manchen vorübergehenden Giftwirkungen. Sobald der lähmende Einfluss des Giftes, etwa des Aethers oder Alkohols, schwindet, steigt die Arbeitscurve wieder an, auch wenn wir fortarbeiten.

Auf der anderen Seite kann die wirkliche Ermüdung zum Theil oder vollständig durch Einflüsse verdeckt werden, die unsere Arbeitsleistung steigern. So vermögen wir durch vermehrte Anspannung des Willens ohne Zweifel, wenn auch nur für kurze Zeit, die Ermüdungslähmung auszugleichen. Dasselbe gilt von Erregungszuständen verschiedenen Ursprunges. So scheint aus Versuchen von Hylan[1]) hervorzugehen, dass die durch einen zweistündigen Spaziergang erzeugte Erregung, obgleich sie von Ermüdung begleitet ist, doch eine Zeit lang die Addirleistung steigern und somit die Zeichen der Ermüdung verdecken kann. Wir dürfen auch wohl annehmen, dass gemüthliche Erregungen nicht nur im Stande sind, das Gefühl der Müdigkeit zu verjagen, sondern auch den Ermüdungseinflüssen bis zu einem gewissen Grade entgegenzuwirken. Freilich wird sich dann mit dem Nachlassen der Erregung die Ermüdungslähmung um so stärker geltend machen müssen, da sie natürlich nur verdeckt, nicht aber beseitigt werden konnte. Leider sind diese Verhältnisse zur Zeit nur wenig untersucht worden. Ich selbst aber habe z. B. die Erfahrung gemacht, dass unter dem Einflusse gemüthlicher Erregung die lähmende Wirkung einer Gabe von 60 gr Alkohol ausblieb. Einige Gifte vermögen die

1) Psychologische Arbeiten IV (noch unter der Presse).

Ermüdungswirkungen vorübergehend durch Steigerung der Leistung auszugleichen, so beim Addiren das Coffein.

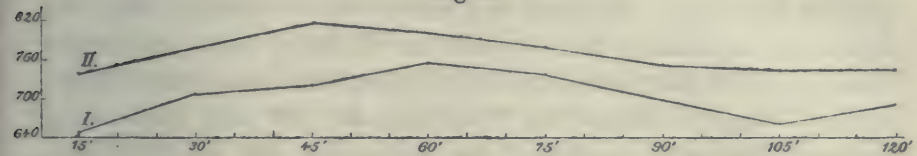
Aus den bisherigen Darlegungen geht hervor, dass wir die Arbeitscurve nur dann annähernd als den Ausdruck des Verhältnisses zwischen Uebung und Ermüdung ansehen dürfen, wenn alle sonstigen Bedingungen des Versuches die gleichen geblieben sind. Ganz genau wird das leider nur selten zutreffen, da wir wohl die äußeren Umstände, nicht aber die inneren Vorgänge einigermaßen zu beherrschen vermögen. Aber auch wenn es uns gelingt, für unsere Arbeit immer dieselben Seelenzustände herzustellen, werden wir, wie schon oben angedeutet, die Beobachtung machen, dass die Beziehungen zwischen Uebung und Ermüdung nicht feststehen, sondern dass sie ganz bestimmten Veränderungen unterworfen sind. Die Grundlage dieser Erfahrung bildet die Thatsache, dass die Uebung dauernde Spuren in unserem Seelenleben hinterlässt, während die Ermüdung durch Schlaf und Nahrungsaufnahme immer wieder vollständig beseitigt wird. In Folge dessen wachsen die Uebungswirkungen von Versuch zu Versuch an; die Ermüdung dagegen wird jedesmal durch die Arbeit erst wieder neu erzeugt. Die Arbeitsleistung beginnt daher auf einer immer höheren Stufe und beharrt auf derselben, bis die allmählich sich entwickelnde Ermüdung sie wieder herabdrückt.

Es ist indessen einleuchtend, dass der Fortschritt der Uebung irgendwo eine unübersteigbare Grenze haben muss. Wenn auch durch unwillkürliche Aenderungen der Arbeitsweise bisweilen noch überraschende Steigerungen der Leistung auftreten, nachdem der Höhepunkt bereits erreicht schien, so zeigt sich doch regelmäßig, dass bei großer Uebung kein stetiges Anwachsen der Leistung mehr stattfindet, sondern in immer stärkerem Grade die zufälligen Tagesschwankungen Einfluss auf die Höhe der Arbeitswerthe gewinnen. Die Abnahme des Uebungsfortschrittes erfolgt, wenn wir von den erwähnten Aenderungen der Arbeitsweise absehen, anfangs rasch, späterhin langsamer. So sank der durchschnittliche tägliche Leistungszuwachs bei Lindley's Versuchsperson B., die regelmäßig eine Stunde addirte, von 12,2 % in den ersten 10 Tagen auf 2,6 % in den nächsten 10 und auf 1,9 % in den letzten 6 Arbeitstagen.

Diese Abnahme des Uebungsgewinnes macht sich natürlich auch in der einzelnen Arbeitscurve geltend. Je weiter die Uebung fort-

geschritten ist, desto geringer wird die Neigung der Arbeitscurve, sich zu erheben, und desto rascher überwiegen die Ermüdungswirkungen. Wir machen daher die überraschende Erfahrung, dass bei hohem Uebungsgrade die Curve immer früher die absteigende Richtung einschlägt, aber nicht deswegen, weil die Ermüdung stärker geworden ist, sondern weil der geringfüge Uebungseinfluss ihr nur kurze Zeit hindurch die Waage halten kann. Als Beispiel gebe ich in viertelstündigen Werthen, aber in gleichem Maaßstabe wie die früheren Curven, zwei zweistündige Addircurven von K. aus Oehrns Arbeit wieder, die durch eine Woche getrennt waren (Fig. 4). Die später gewonnene

Fig. 4.



Curve II sinkt früher als die erste. Solche Curven mit vorgeschrittener Uebung, wie sie z. B. auch Oehrns Leseversuche geliefert haben, unterscheiden sich jedoch von denen mit großer Ermüdbarkeit wesentlich durch die verschiedene Höhe der Gesammtleistung. Auch in Fig. 4 liegen alle Arbeitswerthe der Curve II um 50—100 Zahlen über denen der Curve I. Zugleich aber zeigt sich in der Regel, wie auch in der Figur 4, dass die Senkung der Curve bei hoher Uebung ungleich langsamer erfolgt, als dort, wo die Abnahme der Leistung durch starke Ermüdungswirkungen herbeigeführt wird. Ich stelle in Tabelle I die viertelstündigen Leistungen von Oehrns Versuchsperson B. im Addiren, Lesen, Zahlenlernen und Silbenlernen zusammen; der Vergleichbarkeit halber ist überall die Höchstleistung gleich 1000 gesetzt.

Tabelle I.

	Höchstleistung	1	2	3	4	5	6	7	8
Addiren....	238	983	1000	945	953	942	899	884	930
Lesen.....	1952	1000	923	962	955	923	947	999	970
Zahlenlernen	23	913	573	530	613	1000	739	960	913
Silbenlernen	24	1000	833	500	666	666	750	—	—

Das tiefste Sinken der Leistung beim gut eingeübten Lesen beträgt 7,7 %, beim etwas weniger geübten Addiren fast 12 %, beim Zahlenlernen 26 %, nachdem schon vorher ein noch tieferer Stand der Leistung erreicht war, beim Silbenlernen endlich 50 %. Wir können aus diesen und vielen anderen ähnlichen Erfahrungen den Schluss ableiten, dass mit wachsender Uebung nicht nur die Uebungsfähigkeit, sondern auch die Ermüdbarkeit abnimmt. Das wird begreiflich, wenn wir bedenken, dass die Uebung die Arbeit erleichtert, vielleicht, indem sie einen mehr selbstthätigen Ablauf derselben ermöglicht. Der Aufwand an Arbeitskraft wird somit bei gleichen Leistungen vermindert; innere Reibungen und unzweckmäßige Nebenarbeiten fallen fort. So kann es kommen, dass schließlich selbst das überhaupt erreichbare Höchstmaaß der Leistung nicht denjenigen Grad von Ermüdung erzeugt wie im Anfange weit niedrigere Arbeitswerthe. Diese Abnahme der Ermüdbarkeit hält sich indessen in gewissen Grenzen. Auch bei der leichtesten und besteingeübten Arbeit machen sich rasch die deutlichen Zeichen der Ermüdung bemerkbar, wenn sie ohne Unterbrechung fortgesetzt wird; das Sinken der Arbeitscurve geschieht nur langsamer und kann leichter durch entgegengesetzt wirkende Zufälligkeiten verwischt werden.

Setzt man eine ermüdende Arbeit längere Zeit hindurch fort, so macht man die Erfahrung, dass der Abfall der Arbeitscurve allmählich immer steiler wird. Diese Thatsache deutet darauf hin, dass sich das Verhältniss zwischen den Wirkungen der Uebung und Ermüdung im Laufe der Arbeit ungünstiger gestaltet. Eine solche Wirkung könnte in gewissen Grenzen schon die allmähliche Abnahme des Uebungsfortschrittes ausüben, doch ist diese letztere bei höheren Uebungsgraden immerhin so langsam, dass sie das unverhältnissmäßig rasche Sinken der Arbeitswerthe im Zustande der Ermüdung nicht wohl erklären kann. Wir stehen daher vor der Frage, ob nicht vielleicht der Grad der Ermüdung stärker anwächst, als die geleistete Arbeit. Für diese Auffassung würde zunächst vielleicht die Ueberlegung sprechen, dass mit Zunahme der Ermüdung auch die inneren Widerstände bei der Arbeit wachsen und demnach die gleiche Leistung einen immer größeren Kraftaufwand erfordert. Bei der einzelnen Ermüdungscurve des Muskels scheint in der That eine derartige, rasch fortschreitende Erschwerung der Arbeit einzutreten. Indessen

machen es die Erfahrungen von Oseretzkowsky[1]) unwahrscheinlich, dass sich auch bei längerem Fortarbeiten, wie es mehr dem Vorgange der geistigen Arbeit entsprechen würde, ein wachsendes Missverhältniss zwischen Größe der Ermüdung und geleisteter Arbeit herausbildet. Ferner sprechen von Hylan ausgeführte Versuche mit Ermüdungsmessungen nach verschieden langer Fortsetzung sehr geübter Arbeit nicht gerade für ein unverhältnissmäßiges Fortschreiten der Ermüdungswirkung in kürzeren Zeiträumen, wenn sie auch in dieser Frage nicht völlig beweiskräftig sind.

Endlich aber haben die Versuche von Rivers[2]) mit Arbeiten von wechselnder Dauer an verschiedenen Tagen die Bestätigung für eine landläufige Anschauung gebracht, dass nämlich der Ermüdungsarbeit ein geringerer Uebungswerth zukomme. Rivers fand, dass von der für je eine halbe Stunde erwarteten Uebungswirkung bis zum nächsten Tage mehr als doppelt soviel verloren ging, wenn vier halbe Stunden, als wenn nur eine halbe Stunde lang gearbeitet worden war. Diese Herabsetzung des Uebungsgewinnes durch die Ermüdung würde vollkommen genügen, um die größere Steilheit des Abfalles zu erklären, die längere Arbeitscurven gegen das Ende darzubieten pflegen.

Eine besondere Beleuchtung erhalten diese vielfachen Beziehungen zwischen den Erscheinungen der Uebung und Ermüdung durch die allmählich immer mehr sich bestätigende Erfahrung, dass die Größe der Uebungsfähigkeit und der Ermüdbarkeit bei einer Person einander annähernd zu entsprechen scheinen. Ich habe schon in einer ganzen Reihe von Fällen darauf hinweisen können, dass sich große Uebungsfähigkeit mit großer Ermüdbarkeit verband und umgekehrt. Besonders lehrreich war in dieser Richtung der Vergleich der beiden Versuchspersonen A. und B. von Lindley. Hier schien die ermüdbarere Person A. zunächst eine geringere Uebungsfähigkeit zu besitzen, als B.; bei genauerer Betrachtung stellte sich indessen heraus, dass A. in der That doch übungsfähiger war, aber einen unverhältnissmäßig großen Theil seiner Uebung binnen kurzem wieder einbüßte. Auch in neuerer Zeit hat sich wieder bei Versuchen von Hylan gezeigt, dass drei Versuchspersonen hinsichtlich jener beiden Eigenschaften

1) Psychologische Arbeiten III, S. 682.
2) Psychologische Arbeiten I, S. 652.

genau die gleichen Abstufungen zu einander darboten. Mir scheinen diese Thatsachen, denen noch einige andere anzureihen wären, wie schon häufig ausgeführt, dafür zu sprechen, dass Uebungsfähigkeit und Ermüdbarkeit vielleicht den gemeinsamen Ausdruck gewisser allgemeiner Grundeigenschaften der psychischen Persönlichkeit bilden.

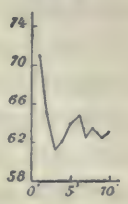
Sind wir im Stande, aus dem Zusammenwirken von Uebung und Ermüdung in großen Zügen den verschiedenartigen Verlauf der Arbeitscurve zu deuten, so lehrt doch schon die Betrachtung der mitgetheilten Beispiele, dass der Gang der Curven, sobald man die Leistungen in kürzeren Zeitabschnitten aufzeichnet, durchaus nicht so regelmäßig zu sein pflegt, wie man es bei dem einfachen Wechselspiel zweier entgegengesetzter Einflüsse erwarten sollte. Vielmehr zeigen sich, namentlich beim Lernen, allerlei jähe Schwankungen, die zunächst unerklärbar erscheinen. Manche dieser Schwankungen sind gewiss auf rein zufällige Störungen zurückzuführen, Ablenkung durch äußere Eindrücke, körperliche Empfindungen, auftauchende Vorstellungen oder Stimmungen. Alle derartigen Ursachen werden eine mehr oder weniger rasch vorübergehende Herabsetzung der Arbeitsleistung zur Folge haben können, die sich später wieder ausgleicht.

Weiterhin aber sehen wir gewisse Schwankungen so vielfach an denselben Stellen der Curven auftreten, dass sie auf bestimmte Vorgänge hinzuweisen scheinen. Dahin gehört zunächst die in der Fig. 1 und 2 erkennbare Senkung der Werthe im Anfange. An sich sollte man wegen der wachsenden Uebung, der hier noch keine nennenswerthe Ermüdung entgegensteht, eine rasche Zunahme der Leistung erwarten. Es lässt sich indessen zeigen, dass wir es hier mit einer sehr häufigen Erscheinung zu thun haben, die allerdings besonders bei bestimmten Personen, ferner im Beginne kürzerer Arbeitszeiten und im Zustande der geistigen Frische aufzutreten pflegt. Sie entspricht genau dem Gefühle der besonderen Willensanspannung, mit der man an eine Arbeit herantritt. Rivers[1]) hat ihr daher die Bezeichnung »Antrieb« gegeben, um damit ihren Ursprung aus dem Willen anzudeuten. Da wir nicht im stande sind, diese erhöhte Anspannung längere Zeit hindurch festzuhalten, sinkt die Curve bald wieder, um nunmehr unter dem Einflusse der Uebung von neuem

1) A. a. O. S. 636.

anzusteigen. Ein sehr lehrreiches Beispiel für das Verhalten des Antriebes zu Beginn einer Curve bietet die nachstehende, im Maßstabe den übrigen Figuren entsprechende Darstellung eines der vielen gleichartigen Versuche Dr. Heumann's (Fig. 5), bei dem die Zahl der ausgeführten Rechnungen von Minute zu Minute wiedergegeben ist. Wir erkennen hier, dass die größte Rechengeschwindigkeit höchstens 1 Minute lang eingehalten werden konnte, dass aber nach weiteren 2 Minuten das Sinken der Curve durch das Anwachsen der arbeitsfördernden Einflüsse zur Umkehr gebracht wurde. Diese Einzelheiten gehen natürlich bei der Aufzeichnung größerer Durchschnittswerthe verloren. Wo der Antrieb gering ist, vermag er bei der Zusammenfassung längerer Zeitstrecken überhaupt keinen Einfluss auf die erste Mittelzahl auszuüben und wird daher übersehen; so war er noch in den 5-Minutenwerthen der Curve II von K (Fig. 4) nachweisbar. Es sei indessen schon hier darauf hingewiesen, dass eine gewisse Erhöhung der Anfangsgeschwindigkeit einer Arbeit durch stärkere Willensanspannung auch dann vorhanden sein kann, wenn selbst die Minutencurve nichts davon zeigt. Der erste Werth einer Curve muss ohne Antrieb aus später zu erörternden Gründen immer recht erheblich unter dem zweiten liegen. Wir haben also schon Antrieb anzunehmen, wenn sich dieser Unterschied verkleinert, auch wenn der erste Werth dabei nicht gerade über den zweiten erhoben wird. Freilich ist in diesem Falle der Nachweis des Antriebes sehr schwierig und erfordert die Durchführung ausgedehnter Versuchsreihen, welche die rechnerische Bestimmung der Lage des ersten Werthes ohne Antrieb ermöglichen.

Fig. 5.



Einer anderen Schwierigkeit begegnen wir bei der Beurtheilung des Antriebes in solchen Curven, die wegen großer Ermüdbarkeit von Anfang an fortschreitend sinken. Hier fallen die Zeichen des Antriebs und der Ermüdung untrennbar zusammen. Dennoch wird ein unverhältnissmäßig rascher Abfall der Curve im Anfange, wo die Ermüdung nur gering sein kann, für Antriebswirkungen sprechen, namentlich dann, wenn darauf eine Verlangsamung des Sinkens folgt, wie sie das Anwachsen der Uebung bedingt.

Einer anderen Form des Antriebes begegnen wir gelegentlich am Ende einer Versuchsreihe, wenn die Versuchsperson weiß, dass der

Abschluss nahe ist, wie in den beiden Curven der Fig. 4, vielleicht auch in den Figuren 1—3. Ich wurde zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam, als ich selbst die Uhr vor mir hatte und daher das Herannahen des letzten Glockenzeichens voraussah. Mich überkam dabei eine leichte Erregung, die mich anspornte, nun noch möglichst viel zu leisten. Das Ergebniss war eine Steigerung des letzten Arbeitswerthes, obgleich die Curve längst im Sinken begriffen war, ein »Schlussantrieb«. Der Nachweis dieser Erscheinung, die aus naheliegenden Gründen weit seltener ist, als der Antrieb im Beginne, wird nur dort leicht, wo das Ansteigen der Curve mit dem bisherigen Verlaufe im Widerspruche steht. Ueberwiegen die Uebungseinflüsse bis zum Schlusse, so vermischt sich ihre Wirkung untrennbar mit der Steigerung der Leistung durch den Willen.

Schon die bisher besprochenen Antriebserscheinungen weisen uns darauf hin, dass die Willensspannung, mit der wir die Arbeit vollziehen, durchaus keine gleichmäßige ist, sondern mannichfachen Schwankungen unterliegen kann. Wir werden uns daher auch nicht wundern, wenn in den einzelnen Curven, namentlich bei schwierigen Leistungen, die ein Eingreifen unseres Willens besonders herausfordern, häufig große Abweichungen auftreten, die sich der einfachen Gesetzmäßigkeit des Kampfes zwischen Uebung und Ermüdung nicht fügen wollen. Die Werthe von B. für das Zahlenlernen in Tabelle I. bieten dafür ein Beispiel. Auch in den Figuren 1—3 finden sich vielfache solche Schwankungen. Wir erinnern uns dabei der häufig gemachten und aus Heumanns Curve (Fig. 5) deutlich hervorgehenden Erfahrung, dass stärkere Willensspannungen immer nur kurze Zeit andauern. Daraus ergibt sich, dass jedem Antriebe im Verlaufe der Curve immer sehr bald eine Senkung der Werthe folgen muss. Dieses Hin- und Herpendeln der Zahlen ist überall sehr auffallend, sobald man die Leistungen ganz kurzer Zeiten aufzeichnet. Aus den Versuchen von v. Voss[1]) geht hervor, dass die Einzelaufgaben immer gruppenweise gelöst zu werden pflegen; jeder solchen Anspannung des Arbeitseifers folgt dann ein kurzer Nachlass, der sich durch langsameres Arbeiten oder geradezu durch eine kleine Pause andeutet. Diese Schwankungen ähneln vollkommen denjenigen der Aufmerksamkeit,

1) Psychologische Arbeiten II, S. 440.

wie sie vielfach untersucht worden sind. Sie sprechen dafür, dass die nur in großen Umrissen stetige Arbeit in Wirklichkeit durch immer wiederholte Willensanstöße im Gange erhalten wird. Außerdem scheinen sich aber, wie die lange Dünung des Meeres unter dem oberflächlichen Gekräusel, noch in größeren Zeiträumen jene Schwankungen zwischen stärkerer und schwächerer Spannung des Willens abzuspielen, die sich auch in den Mittelwerthen längerer Arbeitsabschnitte geltend machen. Nur bei sehr eingeübten und daher mehr selbstthätig ablaufenden Arbeiten treten diese gröberen Willensschwankungen mehr und mehr hinter den stetigen Einflüssen der Uebung und Ermüdung zurück.

Es liegt auf der Hand, dass ein solches Eingreifen des Willens keine festen Regeln zeigen kann. Dennoch haben wir Anhaltspunkte dafür, dass es neben anderen, unberechenbaren Einflüssen namentlich zwei Ursachen sind, die eine stärkere Anspannung des Willens auszulösen pflegen. Die eine ist wahrscheinlich die Wahrnehmung einer Verlangsamung der Arbeit durch die Ermüdung. Dafür spricht außer den inneren Erfahrungen bei der Arbeit selbst die Thatsache, dass die großen Schwankungen ganz vorzugsweise in denjenigen Abschnitten der Curve und bei solchen Arbeiten auftreten, bei denen die Ermüdung bereits eine erhebliche Rolle spielt, wie z. B. in dem Versuche mit Zahlenlernen aus der Tabelle I und in Fig. 2. Bei der sehr ermüdbaren Versuchsperson H., von der die Fig. 1 stammt, war vielfach vor dem endgültigen Sinken ein Anstieg zu beobachten, der, aus dem Gefühle der Müdigkeit hervorgehend, wohl als »Müdigkeitsantrieb« bezeichnet werden darf. Wir wissen ja auch aus der täglichen Erfahrung, dass uns das Nachlassen der Kräfte bei der Lösung einer Aufgabe zu erhöhter Kraftanstrengung zu veranlassen pflegt. Ganz ähnlich ist die Willensanspannung zu beurtheilen, die nach einer Störung erfolgt, um die ablenkende Wirkung derselben auszugleichen. Bei den Versuchen von v. Voss hat sich ergeben, dass sich an die Verzögerung des Addirens, die durch den Uebergang auf eine neue Spalte der Zahlenreihen verursacht wurde, regelmäßig eine kurze Beschleunigung der Arbeit anschloss, die augenscheinlich durch das Bestreben bedingt war, den Zeitverlust wieder einzubringen. Dass sich derselbe Vorgang auch bei sonstigen Ablenkungen und Störungen abspielt, kann nach den persönlichen Wahrnehmungen der

Arbeiter selbst kaum bezweifelt werden. Wir sind demnach berechtigt, auch von einem »Störungsantrieb« zu sprechen, der aus dem Wunsche entspringt, jeder Gefährdung des Arbeitsergebnisses durch erhöhte Willensanstrengung zu begegnen.

II. Die Arbeitspausen.

Wiederholen wir eine wenig geübte Arbeit nach einiger Zeit zum zweiten Male, so stellt sich heraus, dass die Leistung nicht nur die Anfangs- oder Schlusswerthe des früheren Versuches, sondern oft auch den Höhepunkt desselben nicht unerheblich übertrifft. Diese alltägliche Erfahrung ist von der allergrößten Tragweite für die gesammte körperliche und geistige Entwicklung der Lebewesen überhaupt. Sie beruht darauf, dass die Erscheinungen der Ermüdung flüchtig sind und sich ziemlich rasch vollkommen wieder ausgleichen, während die Uebung dauernde Spuren hinterlässt, die wir uns etwa als eine bessere Anpassung des Werkzeuges an die Arbeit deuten können. Wie Muskeln und Knochen durch die Arbeit messbare, zweckdienliche Veränderungen erfahren, so wird wohl auch die geistige Thätigkeit die feinen Gewebe umzuformen vermögen, an deren Lebensvorgänge sie geknüpft ist. So schafft sich der Wille sein geistiges Rüstzeug durch die Arbeit, deren Ablauf das anfangs schwerfällige Getriebe nachhaltig umgestaltet und zu immer vollkommeneren Leistungen befähigt.

Die Fortdauer der Uebungsspuren kann eine erstaunlich lange sein. Nach zwei 2stündigen Addirversuchen schien bei mir selbst volle 3 Monate später noch ein deutlicher Uebungsrest vorhanden zu sein; von 17 mal wiederholten Associationsversuchen ließen sich unverkennbare Nachwirkungen noch nach $1^3/_4$ Jahren nachweisen. Der bei weitem größte Theil der Uebung geht allerdings recht rasch verloren; nur ein gewisser Bruchtheil derselben erhält sich mit außerordentlicher Zähigkeit. Wahrscheinlich vollzieht sich der Vorgang des Uebungsverlustes bei verschiedenen Personen mit sehr verschiedener Geschwindigkeit. Lindley fand, dass zwei Personen nach kürzeren und längeren Zeiten die folgende Zahl von Additionen weniger ausführten, als man nach dem Stande ihrer Uebung hätte erwarten dürfen:

Tabelle II.

Uebungsverlust nach	30′	45′	1 Tage	2 Tagen
A.	—	36	187	434
B.	11	—	50	84

Freilich sind diese Zahlen mit manchen Fehlern behaftet; sie können aber doch eine Vorstellung davon geben, wie viel schneller sich die Uebung in der ersten Stunde verliert, als in den folgenden Zeitabschnitten, und wie groß die Unterschiede zwischen den beiden Versuchspersonen sind, die übrigens keineswegs Gegenpole darstellen. Vielmehr halte ich es für sicher, dass die Abweichungen bei anderen Personen auch im Bereiche der Gesundheitsbreite noch erheblich größer sein können. Sehr bemerkenswerth ist dabei die schon mehrfach festgestellte Beobachtung, dass großer Uebungsfähigkeit eine geringe Uebungsfestigkeit zu entsprechen scheint und umgekehrt. Wir werden daher die Beziehungen zwischen Uebungsfähigkeit und Ermüdbarkeit möglicherweise auch noch auf die Uebungsfestigkeit ausdehnen können, drei Eigenschaften, deren gemeinsame Grundlage vielleicht die verschiedene Beweglichkeit und Beeinflussbarkeit der psychischen Vorgänge sein könnte.

Von entschiedener Bedeutung für die Grösse des Uebungsverlustes ist die Ausfüllung der Zwischenzeit. Amberg[1]) hat gezeigt, dass nach einer Anzahl von Tagesstunden der Uebungsrest geringer ausfällt, als nach der Nachtruhe, trotz deren längerer Dauer. Wir dürfen wohl daran denken, dass sich am Tage einerseits die Ermüdung doch nicht so vollständig ausgleichen kann wie in der Nacht, dass aber andererseits vielleicht auch das Kommen und Gehen von Eindrücken, Vorstellungen und Gemüthsbewegungen im Wachen der Befestigung der Uebungsspuren weniger günstig ist, als das Schwinden der Bewusstseinsvorgänge im Schlafe.

Wird eine Arbeit wiederholt, bevor der frühere Uebungsrest verloren gegangen ist, so wird dieser letztere durch die neu erworbene Uebung verstärkt. Das Anwachsen der Uebung durch Wiederholung

1) Psychologische Arbeiten I, S. 327.

geschieht um so schneller, je häufiger die Wiederholungen und je kürzer die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Arbeitsabschnitten waren. Dabei ist jedoch die schon früher erwähnte Einschränkung zu machen, dass der bei stärkerer Ermüdung geleisteten Arbeit ein geringerer Uebungswerth zukommt. Da die Höhe der überhaupt erreichbaren Uebung begrenzt ist, fällt der Uebungszuwachs, der durch eine Arbeit erzeugt wird, um so größer aus, je geringer der Uebungsgrad noch ist. Namentlich im ersten Anfange pflegt die Besserung der Leistung eine ganz unverhältnissmäßig bedeutende zu sein. Die in Tabelle II erwähnten beiden Versuchspersonen Lindley's gewannen bei täglich einstündigem Addiren in der ersten halben Stunde des zweiten Tages gegenüber derjenigen des ersten 545 und 299 Zahlen, während der durchschnittliche tägliche Uebungsfortschritt für die ersten halben Stunden der ersten 10 Tage 145 Zahlen bei A. und 150 bei B. betrug, um in den letzten 6 Tagen der 26tägigen Reihe auf 31,8 Zahlen bei A. und 42,2 Zahlen bei B. zu sinken. Dieselbe Erscheinung, ein ungemein starkes Anwachsen der Leistung von einem Tage zum andern, wiederholt sich stets nicht nur im ersten Beginn der Versuche, sondern auch nach einer längeren Unterbrechung derselben. Da dieses Verhalten von dem späteren, weit flacheren Verlaufe der Uebungscurve in sehr auffallender Weise abweicht, erscheint die durch die Versuchserfahrung gestützte Anschauung berechtigt, dass hier noch eine besondere, die Arbeit erleichternde Ursache mit hineinspielt, die Gewöhnung.

Das Addiren einstelliger Zahlenreihen ist an sich eine Arbeit, die wir häufig leisten. Dem Versuche eigenthümlich ist einerseits die lange Fortsetzung der gleichen Thätigkeit, andererseits die möglichste Beschleunigung derselben. Wir werden dadurch genöthigt, für ganz ungewöhnlich lange Zeit unsere Aufmerksamkeit ununterbrochen auf denselben Gegenstand zu richten und alle Nebenvorstellungen aus unserem Bewusstsein fernzuhalten. Gerade beim Herantreten an die neue Art der Arbeit mit ihren besonderen Bedingungen und Zielen drängen sich uns aber unwillkürlich allerlei Gedanken auf, die uns von der Aufgabe ablenken. Zugleich müssen wir erst lernen, alle die kleinen zufälligen Störungen unbeachtet zu lassen und uns gegen die Umgebung mehr und mehr abzuschließen. Wie die Erfahrung lehrt, verschwindet das aus diesen Umständen

entspringende Gefühl des »Ungewohnten« verhältnissmäßig rasch und ist am 2. oder 3. Versuchstage jedenfalls kaum andeutungsweise mehr vorhanden, obgleich die Uebung, die Erleichterung der Arbeit durch die Ausbildung bleibender Spuren der früheren Thätigkeit, noch bedeutende Fortschritte machen kann. Diesem raschen Eintritte der Gewöhnung dürfte daher die unverhältnissmäßige Steigerung der Leistung mit entsprechen.

Der Ausgleich der Arbeitsermüdung ist nur möglich durch die Erholung. Bei geringen Graden genügt einigermaßen schon das einfache Ausruhen. Da aber das Wachsein keine vollständige Ruhe, sondern immer Bewusstseinsthätigkeit bedeutet, nimmt die geistige Gesammtermüdung im Laufe des Tages langsam zu, auch wenn durch Erholungspausen die Ermüdungswirkung einzelner Arbeiten annähernd beseitigt wurde. Aus diesem Grunde kann völlige geistige Frische schließlich nur durch den Schlaf wiederhergestellt werden. Unser geistiges Werkzeug verhält sich in dieser Beziehung wesentlich anders, als der Muskel, der durch einfache Ruhe seine Leistungsfähigkeit wieder gewinnen kann, da das Fortfallen der Bewegung für ihn wirklich ein gänzliches Aufhören der Arbeitsleistung bedeutet. Die Arbeit der Muskeln vertheilt sich auf eine grosse Zahl von einander gänzlich unabhängiger Thätigkeitsgebiete, die einzeln ermüden und einzeln sich wieder erholen können. Dem gegenüber ist die Ermüdung durch geistige Arbeit, soviel wir bis jetzt wissen, eine allgemeine. Wie insbesondere Weygandt's Untersuchungen über die Wirkungen des Arbeitswechsels[1]) gezeigt haben, setzt die Ermüdung durch eine bestimmte Thätigkeit die Leistung auch für solche Arbeiten herab, die mit ganz anderen seelischen Hülfsmitteln durchgeführt werden. So erklärt sich eben die Nothwendigkeit, nach bestimmter Zeit Ruhe und Schlaf einzuschieben, gleichgültig, ob wir immer dieselbe oder verschiedenartige geistige Arbeit geleistet haben. Nur die Schwierigkeit der Leistung ist für den allgemeinen Ermüdungsgrad maßgebend, nicht ihre Art. Allerdings scheint angestrengte Thätigkeit größerer Muskelgruppen auch die Arbeitsfähigkeit anderer, nicht unmittelbar betheiligter Muskeln zu beeinträchtigen, so das Marschiren die Kraft der Arme. Einerseits aber ist bei ausgiebigen körperlichen Uebungen

1) Psychologische Arbeiten II, S. 190.

von wirklicher Ruhe einzelner Glieder schwerlich die Rede; andererseits ist es sehr wohl möglich, dass es sich bei der Herabsetzung der Leistung durch die Arbeit fern gelegener Muskelgebiete um Ermüdungserscheinungen nicht in den Muskeln selbst, sondern im Bereiche der Willensauslösung handelt.

Aus diesen Ueberlegungen werden wir den Schluss ziehen dürfen, dass ohne den Einfluss der Uebung nach einer ermüdenden geistigen Arbeit die volle Höhe der früheren Leistung nur dann wieder erreicht werden könnte, wenn ein Schlaf nicht nur die Versuchsermüdung, sondern auch die Tagesermüdung beseitigt hätte. In Wirklichkeit aber wird der wachsende Ermüdungrest aus der gesammten Tagesleistung meist mehr als aufgewogen durch die Nachwirkungen der Uebung. Indessen, da auch die Uebungsspuren, namentlich im Anfange, rasch verblassen, wird der Ausgleich der Ermüdung bei längerer Zwischenzeit ein allmählich immer weniger günstiges Ergebniss liefern. Dazu kommt, dass die überhaupt erreichbare Erholungswirkung einer Pause ohne Schlaf nach einer gewissen Zeit ihren Abschluss findet. Von hier ab wird die Höhe der Arbeitswerthe nur noch durch die langsam fortschreitende Tagesermüdung und den schwindenden Uebungsrest bestimmt; sie muss also fortschreitend sinken.

Wir erkennen somit, dass in der Pause nach einer ermüdenden Arbeit die Leistungsfähigkeit sich zunächst durch die Erholungswirkung der Ruhe wieder hebt. Nach einer bestimmten Zeit erreicht sie einen Höhepunkt, der in Folge des Uebungsrestes vielfach höher liegt, als jede frühere Leistung, aber wegen des Uebungsverlustes nicht um den vollen Betrag der ursprünglich erzielten Uebung. Dieser Höhepunkt bezeichnet den Augenblick, in welchem der Uebungsrest den größten Ueberschuss über den Ermüdungsrest aufweist. Späterhin nimmt dann die wesentlich durch den Gang des Uebungsverlustes bestimmte Leistung langsam wieder ab. Durch Versuche können wir die Lage jener »günstigsten Pause« annähernd feststellen. Dieselbe hängt einerseits ab von der Länge und Art der vorhergehenden Arbeit, die das Verhältniss zwischen Uebung und Ermüdung bestimmen, sodann von den persönlichen Eigenschaften der Uebungsfähigkeit, Uebungsfestigkeit und Ermüdbarkeit, vielleicht auch von der Uebungsstufe, auf der sich die Versuchsperson zur gegebenen Zeit befindet. Da indessen mit wachsender Uebung auch

die Ermüdungswirkungen abnehmen, so darf die Länge der günstigsten Pause unter sonst gleichen Arbeitsbedingungen wahrscheinlich wesentlich als ein Ausdruck der persönlichen Eigenart oder doch des jeweiligen Gesammtzustandes angesehen werden. In der That schwankte ihre Ausdehnung bei den 3 Versuchspersonen Lindley's nach halbstündiger Addirarbeit zwischen 15′ und mehr als 60′.

Da die Ermüdungswirkungen wenigstens bei einigermaßen eingeübten Arbeiten in der Pause zunächst stets das Feld beherrschen, andererseits aber weit früher schwinden, als die Uebungsreste, so wird im allgemeinen die Dauer der günstigsten Pause uns ein Bild von der Geschwindigkeit liefern, mit der sich die Ermüdung wieder ausgleicht; ihr Abschluss wird m. a. W. meist dem Ende der Erholungswirkung ziemlich nahe liegen. Ihre Ausdehnung liefert uns somit einen ungefähren Anhalt zur Beurtheilung der Erholungsfähigkeit einer Versuchsperson. Andererseits zeigt uns die Höhe der nach der günstigsten Pause erreichten Arbeitswerthe die Einbuße, welche die Leistung vor der Pause durch die Ermüdung erlitten hat. Allerdings ist der Unterschied der vor und nach der günstigsten Pause erhaltenen Zahlen unter allen Umständen kleiner, als die wirkliche Ermüdungsgröße, da einerseits in der Zwischenzeit meist doch kein völliger Ausgleich der Ermüdung stattgefunden hat, und da andererseits auch der unterdessen eingetretene Uebungsverlust mit in Rechnung gezogen werden müsste. Ueber das Gewicht dieser letzteren Einschränkung wird man sich ein annäherndes Urtheil durch Untersuchung noch längerer Pausen verschaffen können. Rasches Sinken der Arbeitswerthe mit Vergrößerung der Zwischenzeiten deutet darauf hin, dass die Schätzung der Ermüdungswirkung in Folge des Uebungsverlustes weit hinter dem wirklichen Betrage zurückblieb, während eine langsame Verkleinerung der Leistung schließen lässt, dass sich das Schwinden der Uebung auch in der günstigsten Pause nicht übermäßig schnell vollzog. Es wird immerhin möglich sein, den Leistungszuwachs nach der günstigsten Pause als ein brauchbares Vergleichsmaß für die persönliche Ermüdbarkeit zu betrachten, wenn der Verlauf der Arbeitswerthe nach längeren Pausen keine stärkeren Abweichungen erkennen lässt.

Bevor die günstigste Pause erreicht wird, müssen wir an einen Punkt kommen, an dem Ermüdungsrest und Uebungsrest einander

genau die Waage halten. Setzt hier ein neuer Arbeitsabschnitt ein, so wird demnach die Leistung gerade so hoch ausfallen müssen wie vor der Pause. Auch die Lage dieser »Gleichgewichtspause« wird vornehmlich durch die Schnelligkeit bestimmt, mit der sich die Ermüdung ausgleicht, in zweiter Linie durch die Geschwindigkeit des Uebungsverlustes, aber in umgekehrtem Sinne. Leider genügen die bisherigen Erfahrungen nicht, um über die Länge dieser Pause genaue Angaben zu gestatten, doch haben Versuche von Hylan und Krauss an einer Reihe von Personen gezeigt, dass die Gleichgewichtspause nach einer Addirarbeit von 5 Minuten Dauer etwa um 20′ herum gesucht werden muss. Der Zeitunterschied zwischen der günstigsten und der Gleichgewichtspause, der sich durch geeignet abgestufte Versuche ermitteln lässt, würde uns wiederum ein Urtheil über die Erholungsgeschwindigkeit ermöglichen, das um so zuverlässiger wird, wenn wir aus dem Gange der Leistung jenseits der günstigsten Pause gleichzeitig ein Bild von dem Verlaufe des Uebungsverlustes allein gewonnen haben.

Bei dem raschen Schwinden der Ermüdung und der weit langsameren Abnahme der Uebungsspuren muss offenbar das Verhältniss dieser beiden Einflüsse zu einander am ungünstigsten unmittelbar nach Beendigung der Arbeit sein. Wir werden somit erwarten, dass die Wirkung einer Pause auf die Höhe der Arbeitsleistung von den kürzesten Erholungszeiten bis zur günstigsten Pause mehr oder weniger regelmässig anwächst. Der Versuch hat anders entschieden. Schon Amberg[1]) konnte zeigen, dass nach halbstündigem Addiren die Besserung der Arbeitswerthe durch eine Pause von 5′ ausgiebiger war, als nach 15′. Er zog daraus den Schluss, dass es eine arbeitfördernde Ursache geben müsse, deren Wirkung nach 5′ noch vorhanden, nach 15′ aber bereits verschwunden sei. Diese Ursache, die eben wegen ihrer Flüchtigkeit von der Uebung abzutrennen war, bezeichnete er als »Anregung« und verglich sie mit der Trägheit der Massen, welche den Anfang wie die Beendigung einer Bewegung erschwert. Nach seiner Auffassung ist einerseits ein Theil des Leistungsfortschrittes auf diese Ueberwindung der psychophysischen Trägheit zurückzuführen; andererseits bleibt nach dem Aufhören der

1) Psychologische Arbeiten I, S. 317, 374.

Thätigkeit noch eine kurze Zeit hindurch die innere Erregung zurück, die zunächst den Wiederbeginn der Arbeit erleichtert. Beide Vorgänge spielen sich auch dann in gleicher Weise ab, wenn ein nennenswerther Uebungsfortschritt gar nicht mehr stattfindet, zeigen also auch darin ihre Sonderstellung gegenüber den Uebungseinflüssen. Jede Arbeitspause wirkt demnach nicht nur als Erholung und durch den Verlust der Uebung, sondern auch als Unterbrechung mit Schwinden der Anregung. Die verschiedene Wirkung der Pause von 5′ und 15′ wäre dahin zu deuten, dass in der kurzen Zeit nur ein Theil der erworbenen Anregung verloren geht, während nach 15′ wohl kein Rest derselben mehr übrig geblieben ist.

Die Ergebnisse Amberg's haben durch spätere Versuche vielfache Bestätigung gefunden. Bei allen drei Versuchspersonen Lindley's hat sich wenigstens gezeigt, dass die Pause von 5′ ungünstiger wirkte, als das Fortarbeiten ohne Pause, dass also hier ein arbeitfördernder Einfluss verloren gegangen war. Dass es sich nicht wohl um den Uebungsverlust handeln könne, lehrte mit größter Wahrscheinlichkeit das Verhalten längerer Pausen, in denen sich die Leistung zunächst wieder günstiger gestaltet. Man müsste sonst zu der sehr zweifelhaften Annahme kommen, dass sich der Uebungsverlust anfangs rascher, später aber weit langsamer vollzogen habe, als der Ausgleich der Ermüdung. Weiterhin aber haben Versuche von Hylan mit Arbeitsabschnitten von 5′ Dauer, die durch verschieden lange Pausen von einander getrennt waren, dargethan, dass es lange vor der Erreichung der Gleichgewichtspause eine Pause gibt, durch welche die Leistung eine rasche und erhebliche Senkung erfährt. Diese Pause lag bei seinen drei Personen zwischen 10′ und 20′, soweit die ungenügend abgestuften Versuche ein Urtheil erlauben. Endlich besitzen wir Versuche von Krauss nach der gleichen Anordnung, die wenigstens bei 3 von 5 Personen deutlich eine »ungünstigste Pause« von etwa 15′ Dauer erkennen lassen; bei den anderen Personen wurde sie möglicherweise durch die zu grobe Abstufung der Versuche verdeckt. Ich gebe in Tabelle III einige Zahlen, welche diese Befunde verdeutlichen. Die Leistung im Addiren nach den Pausen von verschiedener Dauer ist überall in Procenten der vorher erreichten Arbeitswerthe ausgedrückt; alle Abschnitte umfassten nur 5 Minuten.

Tabelle III.

Pausendauer	0′	1′	5′	10′	15′	20′	30′
Hylan, H.	100,3	100,8	103,3	101,1	101,1	93,9	106,1
Hylan, K.	98,5	100,6	101,5	98,5	100,4	99,9	100,9
Hylan, W.	100,5	100,1	109,0	110,4	98,4	111,8	112,5
Krauss, A.	96,0	99,1	98,2		98,2		101,1
Krauss, D.	97,3	96,4	101,4		90,4		100,8
Krauss, E.	94,6	98,1	102,8		98,6		101,7

Die hier überall mehr oder weniger deutlich hervortretende ungünstigste Pause vor dem späteren Anwachsen der Werthe lehrt uns mit Bestimmtheit, dass in der Zeit zwischen 10′ und 20′ ein arbeitfördernder Einfluss aufgehört haben muss. Dass es sich hier um die Anregung Amberg's handelt, wird man schwerlich bezweifeln können. Auffallend ist nur der Umstand, dass diese Anregung auch nach einer so kurzen Arbeitszeit, wie sie hier vorlag, 15′ oder selbst 20′ angedauert haben soll. Man wird kaum annehmen dürfen, dass nach 5 Minuten Arbeit das einfache Beharrungsvermögen des Seelenwerkzeuges die spätere Thätigkeit so lange Zeit erleichtern konnte. Vielmehr wird man sich zu denken haben, dass während der kürzeren Pausen, so lange die Versuchsperson die baldige Wiederaufnahme der Thätigkeit im Auge behielt, eine gewisse »Arbeitsbereitschaft« fortbestand, die sich im einzelnen vielleicht aus sehr verschiedenen Bedingungen zusammensetzte, etwa aus dem Festhalten bestimmter Vorstellungen und Willensrichtungen, dem Ausschlusse von ablenkenden Einflüssen, am Ende auch einer gewissen Spannung und Erregung im Sinne der Trägheit.

Wie die Bezeichnung der ungünstigsten Pause andeutet, nimmt die Leistung nicht nur bei längeren, sondern auch bei kürzeren Pausen einen höheren Stand ein. Dadurch entsteht vor der ungünstigsten eine neue günstige Pause, die in der Regel eine etwas geringere Steigerung der Leistung erzeugen dürfte, als die spätere. In der Tabelle III trifft das nicht immer zu, doch dürfen wir nicht außer Acht lassen, dass die dort gegebenen Zahlen bei der Größe der Abstufungen nur ein sehr lückenhaftes Bild von dem wahren

Verlaufe der Dinge zu übermitteln vermögen. Die erste günstige Pause liegt etwa bei 5′, wie wir aus unseren Versuchen schließen dürfen. Wir haben uns wohl vorzustellen, dass die geringe Einbuße an Arbeitsbereitschaft nach dem Aufhören der Arbeit zunächst die Erholungswirkungen der Pause nicht auszugleichen vermag. Diese überwiegen daher im Anfange über den ungünstigen Einfluss der Arbeitsunterbrechung, während späterhin der ziemlich rasch erfolgende Verlust der Anregung das Verhältniss ungünstiger gestaltet. Nach einer Minute Pause ist, wie aus der Tabelle III hervorgeht, die Leistung bald etwas größer, bald etwas kleiner, als bei ununterbrochenem Fortarbeiten. Wir haben Grund, anzunehmen, dass im ersteren Falle ein höherer Grad von Ermüdung, unter sonst gleichen Bedingungen also eine stärkere Ermüdbarkeit besteht, als im letzteren.

Es hat sich nämlich schon bei Amberg's Versuchen herausgestellt, dass die Erholungswirkung einer Pause ganz wesentlich von der Art und Dauer der vorhergehenden Arbeit abhängig ist. So steigerte eine viertelstündige Pause die Leistung, wenn sie nach einstündiger Addirarbeit eingeschoben wurde, während sie nach einhalbstündiger Thätigkeit ungünstig gewirkt hatte. Trat aber an Stelle des Addirens das Lernen, so erwies sich die gleiche Pause schon nach einer halben Stunde günstig. Auf stärkere Ermüdungswirkungen ist es daher wohl in erster Linie zurückzuführen, wenn auf Lindley's Versuchspersonen nach halbstündiger Arbeit die Pause von 15′ verhältnissmäßig günstiger wirkte als bei Amberg. Anscheinend überwog der Ausgleich der Ermüdung so sehr, dass dem gegenüber der Anregungsverlust nicht zur Geltung kam. Es ist aber natürlich auch möglich, das in dem Verhalten der Anregung Unterschiede bestehen, über die wir uns bisher keine Rechenschaft zu geben vermögen.

Die große Bedeutung des Ermüdungsgrades für die Wirkung der Pause ergibt sich deutlich aus Versuchen, die Heumann neuerdings angestellt hat, indem er überall eine Pause von 1′ nach Addiren von 1′ bis zu 60′ Dauer einschob. Dabei liess sich klar erkennen, dass nach kurzen Arbeitszeiten die Unterbrechungswirkung der Pause überwog, während mit dem Anwachsen der Ermüdung die Erholungswirkung immer stärker hervortrat. So lieferte eine Versuchsperson

folgende Leistungen nach der Pause, ausgedrückt in % der Durchschnittsleistung vor derselben:

Tabelle IV.

Arbeitsdauer	1′	5′	10′	15′	30′	60′
Leistung nach der Pause (%)	86,7	97,4	105,3	106,0	111,5	112,3

Nach 5′ Arbeit war hier offenbar die Ermüdung noch so gering, dass ihr Ausgleich den Verlust an Anregung nicht zu überwiegen vermochte. Erst bei 10′ trat die Erholung durchaus in den Vordergrund. Allerdings handelte es sich hier um eine Versuchsperson mit großer Ermüdbarkeit und Uebungsfähigkeit. In einer anderen, ähnlichen Versuchsreihe, die Hylan mit einer Versuchsperson von sehr geringer Ermüdbarkeit durchführte, ließ sich beim Anwachsen der Arbeitszeit von 5′ auf 20′ noch keine regelmäßige Zunahme der günstigen Pausenwirkung nachweisen. Andererseits schien es in den Versuchen Hylan's, als ob die Länge der günstigsten Pause mit wachsender Uebung abnähme. Diese Beobachtung deutet auf einen rascheren Ausgleich der Ermüdungserscheinungen bei vorgeschrittener Uebung hin, wie er mit sonstigen Erfahrungen der Versuche und des täglichen Lebens über die Abnahme der Ermüdbarkeit durch die Uebung in gutem Einklange stehen würde. Wir erkennen aus allen angeführten Thatsachen, dass die Wirkung einer Pause durchaus von dem Grade der bestehenden Ermüdung abhängig ist und gerade deswegen vielleicht als Maaß für die Größe von Ermüdungswirkungen benutzt werden kann.

Dass der Unterschied in der Wirkung einer Pause von 1′ um 25 % anwachsen könne, je nachdem die Arbeitszeit vorher 1′ oder 60′ betragen hat, ist gewiss überraschend. Indessen ist dabei zu berücksichtigen, dass die Durchschnittswerthe vor der Pause bei den längeren Arbeitszeiten deswegen verhältnissmäßig zu niedrig ausgefallen sind, weil in ihnen der jedesmalige erhebliche Uebungsfortschritt, der den Werth nach der Pause hob, nur ungenügend zum Ausdrucke kommt. Vergleicht man die Leistung der letzten 5 Minuten unmittelbar

vor der Pause mit der Leistung nach derselben, so beträgt der Zuwachs nach einstündiger Arbeit nur noch 8,2 %, so dass sich der gesammte Spielraum der Pausenwirkung im vorliegenden Falle auf 21,5 % ermäßigt. Auch so schon erscheint es recht bemerkenswerth, dass eine so kurze Pause nach längerer Arbeit eine derartige Besserung der Leistung herbeiführen kann. Wir müssen daraus den Schluss ziehen, dass die Erholung keinesfalls wesentlich in einem Ersatze der verbrauchten Stoffe liegen kann, da auf diesem Wege eine so schleunige Wirkung unmöglich erscheint. Vielmehr werden wir durch diese Erfahrung darauf hingewiesen, dass hier wohl ähnliche Verhältnisse obwalten wie beim Muskel. Dort können wir deutlich die durch eine einzelne Ziehung oder Gruppe von Ziehungen erzeugte, sich rasch ausgleichende Ermüdung von der erst in längerer Arbeit allmählich anwachsenden Dauerermüdung auseinanderhalten, die nur langsam und hauptsächlich unter dem Einflusse der Nahrungsaufnahme sich wieder verliert. Wir haben allen Grund, beim Muskel für die Curvenermüdung die Anhäufung von lähmend wirkenden Zersetzungsstoffen und nur für die Dauerermüdung die Erschöpfung des Kraftvorrathes verantwortlich zu machen. Daher dürfen wir wohl auch hier vermuthen, dass die ungemein starke Wirkung kurzer Pausen vor allem auf die Ausspülung von Stoffwechselerzeugnissen zurückzuführen ist, die sich im Laufe fortgesetzter Arbeit rascher angesammelt haben, als sie weggeschafft werden können. Auf ihrer Giftwirkung beruht wahrscheinlich der größte Theil der Ermüdungslähmung, wenn sich auch die Anzeichen einer Dauerermüdung, die nur durch Stoffersatz ausgeglichen werden kann, bei längerer Arbeit überall nachweisen lassen. Auch für die geistige Ermüdung würde somit die Vorstellung verwerthbar sein, dass wir es, wie beim Muskel, mit einer Art Selbststeuerung zu thun haben, insofern die Zerfallstoffe durch ihre lähmenden Wirkungen die Leistung herabsetzen und damit eine wirkliche Erschöpfung des Kraftvorrathes mit ihren verderblichen Folgen für den Bestand der Gewebe verhindern.

Bei sehr kurz dauernder Arbeit kann natürlich die Anhäufung von Zersetzungsstoffen nur unbedeutend sein. Ihre Beseitigung in der Arbeitspause wird daher auf die Höhe der Leistung nur einen geringfügigen Einfluss ausüben. Da ferner der Uebungsrest einer Arbeit von 1′ nach der Pausenminute verschwindend sein dürfte,

so liegt die Vermuthung nahe, dass wir in dem Sinken der Leistung, wie es die Tabelle IV nach 1′ aufweist, einen brauchbaren Maßstab für die Größe der Anregung besitzen. Scheint doch die Abnahme des Arbeitswerthes um 13,3 % wesentlich oder ausschließlich durch den theilweisen Verlust der Anregung in der kurzen Pause verursacht zu sein. Dieser Betrag ist ganz auffallend hoch, zumal wenn wir bedenken, dass die Anregung nach 1′ gewiss noch nicht voll entwickelt gewesen sein kann und dass nach 5 Minuten Arbeit, wie Hylan's Versuche zeigen, ihre letzten Spuren mindestens 10′ lang das Aufhören der Arbeit überdauern. Der hier abgeleitete Werth könnte demnach nur einen Theil der Anregung umfassen, die wir nach 5′ oder 10′ Arbeitszeit anzunehmen hätten.

Allein diese Annahme ist trügerisch. Es zeigt sich nämlich, dass die kurze Arbeitszeit von 1′ in ganz unverhältnissmäßigem Grade vom Antriebe beherrscht wird. Die Aussicht, nur eine Minute Zeit vor sich zu haben, führt zu einer sehr starken Willensanspannung, wie sie keine zweite Minute lang eingehalten werden könnte. Dadurch wird der erste Vergleichswerth viel zu hoch. Allerdings fehlen auch in den übrigen Arbeitsabschnitten vor und nach den Pausen Antriebswirkungen nicht, aber sie sind einmal geringer; sodann aber wird ihr Einfluss auf die Zahlen der Tabelle durch die Mittelziehung aus längeren Zeiträumen mehr oder weniger vollständig ausgeglichen. Die Unterbrechungswirkung der Pause nach 1′ Arbeit erscheint demnach viel zu ungünstig und vermag durchaus keine richtige Vorstellung von der wahren Größe der Anregung zu liefern.

In ähnlicher Weise wie der Antrieb können anscheinend auch andere vorübergehende Einflüsse die Arbeitswerthe vor oder nach der Pause verändern und dadurch das Bild der Pausenwirkung fälschen. Namentlich ablenkende Ursachen würden hier in Betracht kommen, die aber durch Häufung der Versuche unschädlich gemacht werden können. Ferner hat Hylan Pausenversuche ausgeführt, in denen dem ersten Arbeitsabschnitte ein zweistündiger Spaziergang voraufging. Er hoffte, dabei den Einfluss körperlicher Ermüdung auf die Pausenwirkung genauer feststellen zu können. Es zeigte sich indessen, dass außer der Ermüdung zunächst eine leichte Erregung auftrat, welche die Arbeit erleichterte, sich aber nach einiger Zeit wieder verlor. Dieses Schwinden der Erregung bedingte eine

Abnahme der Leistung, welche die Wirkung der Pausen, innerhalb deren sie erfolgte, unverhältnissmäßig ungünstig erscheinen ließ. So konnte eine künstliche ungünstige Pause entstehen, deren Lage jedoch nicht mehr von den Ermüdungsverhältnissen im Versuche, sondern nur von der Länge der Zwischenzeit seit der Beendigung des Spazierganges abhängig war.

III. Die Zerlegung der Arbeitscurve.

Unsere bisherigen Betrachtungen haben uns gezeigt, dass die Arbeitscurve eine recht verwickelte Zusammensetzung aufweist. Uebung und Ermüdung, Gewöhnung, Anregung und Antrieb in wechselnder Größe, dazu Uebungsverlust und Erholung wirken mit und gegeneinander, um alle die mannigfaltigen Gestaltungen der Arbeitscurve zu erzeugen, die uns bei der Untersuchung verschiedener Personen und unter verschiedenen Bedingungen begegnen. Man wird nicht gerade behaupten können, dass diese Feststellung etwas wesentlich Neues enthalte. Alle die genannten einzelnen Bedingungen sind uns aus den Erfahrungen des täglichen Lebens genugsam bekannt. Wir wissen, dass die Arbeit uns nicht nur ermüdet, sondern auch unsere Leistungsfähigkeit steigert, dass wir uns an eine neue Thätigkeit erst gewöhnen müssen, dass uns Unterbrechungen hindern, bei einer Arbeit warm zu werden u. s. f. Manche dieser Sätze und die aus ihnen abgeleiteten Folgerungen sind geradezu Volksregeln geworden, die wir mehr oder weniger klar bewusst in unserer Lebensführung befolgen.

Dennoch dürfte wohl kaum Jemand im stande sein, sich ohne die Ergebnisse des Versuches ein deutliches Bild von dem Ineinandergreifen aller der genannten Einflüsse zu entwerfen. Ich selbst muss wenigstens gestehen, dass ich mehr als ein Jahrzehnt gebraucht habe, um nach und nach auf die Betheiligung der einzelnen Umstände an der Entstehung der Arbeitscurve aufmerksam zu werden. Die Quelle der Erkenntniss waren regelmäßig Versuche, die ein ganz anderes Ergebniss lieferten, als ich erwartet hatte. Die Lösung des Widerspruches führte dann zur Aufdeckung irgend eines bis dahin übersehenen Gliedes in der Kette von Ursachen, welche die Arbeitscurve gestalten. War die Lösung einmal gefunden, so tauchten stets eine

Menge von Bestätigungen aus der gewöhnlichen Erfahrung auf, die vorher unbeachtet geblieben waren. So gewannen die zunächst mehr als Zufallserzeugnisse erscheinenden mannigfachen Curven allmählich immer mehr innere Bedeutung, als es gelang, in diesen und jenen Einzelheiten die Wirkung ganz bestimmter Ursachen zu erkennen.

Das Ziel unserer Versuche war indessen ein höheres. Es galt, nicht nur die Art, sondern auch die Größe der Einflüsse zu erforschen, welche die Arbeitscurve beherrschen. Kennen wir aber alle in Betracht kommenden Größen, so müssen wir im stande sein, aus ihrem Zusammenwirken die gefundene Curve in ähnlicher Weise zusammenzusetzen, wie eine verwickelte Schwingungscurve aus einzelnen Pendelcurven von verschiedener Schwingungszahl oder einen Vielklang aus Einzeltönen. Gelingt ein solcher Versuch, so zeigt er uns zugleich, dass uns kein wesentlicher Umstand mehr unbekannt ist, der an der Entstehung der Arbeitscurve Antheil haben könnte. Sonst müsste nothwendig an irgend einem Punkte eine Lücke entstehen, die wir mit unserer jetzigen Kenntniss der Dinge nicht auszufüllen vermöchten.

So verlockend der Gedanke eines Aufbaues der Arbeitscurve aus ihren Bestandtheilen auch ist, so groß sind doch die Schwierigkeiten, die einem derartigen Unternehmen zur Zeit noch entgegenstehen. Die Vorgänge, die hier in einander greifen, sind so innig mit einander verknüpft, dass es unmöglich erscheint, sie getrennt einer Messung zugänglich zu machen. Wir erkennen ihr Dasein, gewissermaßen wie dasjenige mancher Sternmassen im Weltenraum, nur aus den Störungen, die sie im Ablaufe anderer Vorgänge verursachen, ohne dass wir sie aus ihren Verbindungen loszulösen vermöchten. Höchstens durch Rechnung können wir die Größe ihres Einflusses einigermaßen bestimmen. Und während die Weltkörper stets in den gleichen Bahnen wandeln, so dass allmählich eine immer größere Genauigkeit der Messung, eine fortschreitende Berücksichtigung aller Fehler möglich ist, haben wir es hier mit überaus flüchtigen, den mannigfaltigsten Zufällen und der Willkür unterworfenen Vorgängen zu thun, die niemals in genau derselben Form wiederkehren, da sie selbst die Bahnen verändern, in denen sie sich abspielen.

Es ist jedoch kein Zweifel, dass auch auf unserem Gebiete feste Gesetze gelten, und dass durch Häufung der Beobachtungen

schließlich doch wenigstens in groben Umrissen sich auch die Größenbeziehungen der einzelnen zusammenwirkenden Einflüsse feststellen lassen müssen. Ungemein wichtig ist für die Lösung dieser Aufgabe der Umstand, dass die verschiedenen Vorgänge von ganz verschiedener Nachhaltigkeit sind. Der Antrieb vermag höchstens Minuten lang die Leistung zu beeinflussen; die Anregung schwindet rasch nach dem Aufhören der Thätigkeit, langsamer die Ermüdung. Dagegen bleiben die Spuren der Uebung und namentlich der Gewöhnung unter Umständen Wochen und Monate lang zurück. Wie wir einen Vielklang dadurch zerlegen können, dass wir bald das eine, bald das andere Instrument zum Schweigen bringen, um so den Antheil jedes einzelnen in dem Gesammteindrucke deutlicher zu machen, so gibt uns die verschiedene Dauer der Vorgänge, welche die Arbeitscurve zusammensetzen, die Möglichkeit, einzelne derselben nach Belieben ein- und auszuschalten und dadurch Art und Größe ihres Einflusses genauer zu umgrenzen.

Das Hülfsmittel, dessen wir uns zur Erreichung dieses Zweckes bedienen, ist der Pausenversuch im weitesten Sinne des Wortes, die Untersuchung der Wirkungen, welche Zwischenzeiten von allerkürzester bis zu allerlängster Dauer auf den Ablauf der Arbeitscurve ausüben. Allerdings leidet auch dieses Verfahren, so fruchtbar es sich bisher erwiesen hat, an dem großen Uebelstande, dass wir nach dem Abklingen eines Vorganges die übrigen nicht unverändert vorfinden, sondern dass jede Pause alle neben einander herlaufenden Vorgänge ohne Ausnahme beeinflusst, nur in verschiedenem Grade. Wir vermögen somit die fließenden und ungemein veränderlichen Größen nicht in dem ganzen Verlaufe ihres Wirkens, sondern zunächst immer nur in einzelnen, ganz bestimmten Abschnitten zu messen. Ueber den unserer Messung nicht zugänglichen, weil nicht rein darstellbaren Theil der Einzelcurven können wir uns vor der Hand nur mehr oder weniger unsichere Vermuthungen bilden.

Dazu kommt aber endlich die Unzulänglichkeit der vorliegenden Beobachtungen. Wenn vielleicht manche Einzelheiten der hier behandelten Frage sich der genaueren Feststellung grundsätzlich und für immer entziehen, wäre es an vielen Punkten nicht einmal besonders schwierig, durch geeignete Versuche weitere Aufklärung zu gewinnen. Freilich erfordern alle solche Versuche einmal eine zweck-

mäßige Anordnung, die nur aus eingehendster Kenntniss dieses Sondergebietes heraus zu treffen ist, sodann aber große Geduld und völlige Unabhängigkeit in der gesammten Lebensführung, da sonst unberechenbare Fehlerquellen die Ergebnisse trüben und verwirren würden. Unter diesen Umständen ist, zumal diesen Untersuchungen vorerst greifbare Beziehungen zu allgemeinen Lebenszwecken fehlen, nur eine sehr langsame und schrittweise Förderung unseres Wissens zu erwarten.

Trotz aller dieser und mancher anderer Bedenken habe ich doch geglaubt, den etwas verfrühten Versuch einer zahlenmäßigen Zerlegung der Arbeitscurve in ihre Bestandtheile wagen zu sollen. Allerdings tritt aus den schon angedeuteten Gründen das von mir entworfene Bild nicht mit dem Anspruche der Naturwahrheit auf. Es soll vielmehr nur eine allgemeine Vorstellung von dem gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen Vorgänge gewähren, die sich in der Arbeitscurve verbinden, eine übersichtliche Darstellung meiner früheren Betrachtungen, deren Anordnung das Ineinandergreifen der verschiedenartigen Einflüsse nicht immer klar genug erkennen ließ. Es erschien mir deswegen auch zweckmäßig, nicht von einer einzelnen, sondern von einer Durchschnittscurve auszugehen, weil ich hoffen konnte, dass in ihr die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten gegenüber den zufälligen Abweichungen deutlicher hervortreten würden. Dennoch musste ich die Annahme machen, dass es sich um einen ersten Arbeitstag handle, um auch die Entwicklung des Gewöhnungsvorganges in die Darstellung aufnehmen zu können. Die Größen für Uebung und Ermüdung mussten dieser Annahme entsprechend berechnet werden, obgleich sie für die Durchschnittscurve an sich natürlich andere Werthe aufgewiesen haben würden. Es wird sich indessen zeigen, dass diese Fehler, die ich hätte vermeiden können, wenn ich mehr, als ein allgemeines Bild hätte geben wollen, an Gewicht weit hinter denjenigen Unsicherheiten zurückstehen, denen wir auf Schritt und Tritt begegnen, sobald wir mit den bisher verfügbaren, unzulänglichen Hülfsmitteln wirklich an die Einzelheiten unserer Aufgabe herantreten.

Von den mir vorliegenden Versuchen waren für meinen Zweck nur diejenigen von Lindley geeignet, da nur hier einerseits genügend vielseitige Pausenversuche angestellt waren, während andererseits

doch die Arbeitszeit von einer Stunde genügte, um alle Bestandtheile der Curve deutlich zu machen. Da es mir darauf ankam, auch die Vorgänge in den Pausen mit darzustellen, wählte ich den Versuch von A. mit 30′ Pause. Er schien mir am geeignetsten, weil A. eine große Flüssigkeit seiner Seelenvorgänge darbot, und weil die Kürze der günstigsten Pause die Möglichkeit gewährte, hier die Darstellung der Pause noch über deren Dauer hinaus fortzusetzen, ohne doch die Zeichnung allzusehr in die Breite zu ziehen. Die Einzelwerthe des Versuches, wie sie Lindley in seiner Tabelle VII[1]) zusammengestellt hat, waren für die auf einander folgenden 5-Minutenabschnitte folgende:

Tabelle V.

483	473	478	473	486	474	30′ Pause	496	510	513	489	497	494

Unsere erste Aufgabe besteht darin, ein Maß für die Größe des Uebungsfortschrittes in dieser Reihe zu finden. Wir gehen dabei aus von Lindley's Tabelle II, in der sich der durchschnittliche tägliche Uebungszuwachs für die drei gleichartigen Versuchsgruppen von 10,10 und 6 Tagen Dauer angegeben findet. Er betrug für die erste Gruppe 10, für die zweite 0,7, für die dritte 1,1%. Diese Zahlen stellen die durchschnittliche tägliche Zunahme der halbstündigen Arbeitswerthe in % der Leistung der ersten halben Stunde des ersten Tages jeder Gruppe dar. Wir ersehen daraus, dass dieser Uebungscoefficient am Schlusse der ersten Gruppe kaum mehr als etwa 1% betragen haben kann, da er sich in den nächsten Gruppen dauernd um diesen Werth herum bewegt. Ist das der Fall, so muss die procentische Zunahme der Leistung vom ersten zum zweiten Tage mindestens 19% betragen haben, da sonst der Durchschnitt von 10% nicht zu stande gekommen wäre. Eher war er noch größer, da nach allgemeiner Erfahrung die Uebung im Anfange weit rascher sinkt, als späterhin. Doch wird dieser Fehler dadurch wohl einigermaßen wieder ausgeglichen, dass die Procentbeziehung in den späteren Gruppen zu höheren Ausgangswerthen stattfand und daher

1) A. a. O. S. 503.

im Vergleiche zu der ersten Gruppe niedrigere Uebungscoefficienten lieferte. Unter der Annahme eines anfänglichen Uebungscoefficienten von 19% würde der Uebungszuwachs in unserer Reihe, wenn wir sie als ersten Arbeitstag betrachten, bis zum nächsten Tage für die erste halbe Stunde 276 Zahlen betragen, während sich der durchschnittliche halbstündige Uebungsfortschritt von Tag zu Tag bei Zusammenfassung aller Gruppen aus Lindley's Tabelle II auf 136 Zahlen berechnen lässt.

Allein alle diese Werthe sind mit dem sehr großen Fehler des Uebungsverlustes von einem Tage zum anderen behaftet und darum für die Feststellung des Uebungszuwachses innerhalb unserer Tagesreihe nicht zu verwenden. Besser eignet sich für diesen Zweck der Uebungsfortschritt, der sich aus der günstigsten Pause in Tabelle I bei Lindley ergibt, und der für eine halbe Arbeitsstunde 135 Zahlen oder 4,8% betrug. Indessen dieser Werth ist aus dem Durchschnitte aller Versuche gewonnen und deswegen für den ersten Tag allein viel zu niedrig. Vielleicht aber ist es gestattet, anzunehmen, dass sich der reine Uebungsfortschritt, wie er aus der günstigsten Pause erhalten wird, während der Versuchsreihe in demselben Maßstabe verändert wie der tägliche Uebungszuwachs. Wir würden dann die Beziehung aufstellen können $276 : 136 = x : 135$, wo x den reinen Uebungsfortschritt am ersten Tage bedeutet. Bevor wir jedoch diese Rechnung ausführen, werden wir zu berücksichtigen haben, dass auch die Zahl 135 den reinen Uebungszuwachs selbst für den Durchschnitt noch zu niedrig angibt. Da die günstigste Pause 15′ betrug, ist jener Werth um den Uebungsverlust in diesem Zeitraume zu klein. Außerdem war nach 15′ sicher noch ein Ermüdungsrest vorhanden, der die Leistung nach der Pause herabdrückte. Nach beiden Richtungen hin werden wir also unsere Zahl zu verbessern haben.

Für die Schätzung des Uebungsverlustes steht uns nur die Thatsache zu Gebote, dass nach 60′ Pause der Leistungszuwachs gegenüber der Pause von 30′ um 1,1% abgenommen hatte. Diese Abnahme wäre als reiner Uebungsverlust zu betrachten, wenn nach 30′ schon jeder Rest von Ermüdung durch den ersten Arbeitsabschnitt verschwunden gewesen wäre. Das ist freilich im Hinblicke auf die Erfahrungen von Rivers sehr unwahrscheinlich. Ohne Ermüdung

würde wohl die Leistung nach 30′ höher ausgefallen, die Abnahme bei Verlängerung der Pause um weitere 30′ also größer gewesen sein. Da wir diesen Fehler nicht beseitigen können, müssen wir uns damit begnügen, für 30′ einen Uebungsverlust von 33 Zahlen zu verzeichnen. Für 15′ würden wir demnach mindestens 17 Zahlen erhalten, wenn der Uebungsverlust in den ersten 15′ nicht schneller erfolgt wäre, als zwischen 30′ und 60′. Auch diese Annahme trifft sicherlich nicht zu, doch haben wir zunächst keine Möglichkeit, die wirkliche Geschwindigkeit des Uebungsverlustes in der günstigsten Pause festzustellen, müssen es also bei dem genannten, viel zu niedrigen Werthe bewenden lassen.

Setzen wir diesen Werth, was etwas mehr Berechtigung hat, auch für die Zeit zwischen der 15. und der 30. Minute ein, so würden wir erwarten, dass der Leistungszuwachs nach der Pause von 30′ um 17 Zahlen niedriger ausfallen werde, als nach 15′, wenn inzwischen nur ein Uebungsverlust und keine Erholung stattgefunden hätte. In Wirklichkeit ist er nur um 3 Zahlen gesunken, so dass also in den dazwischen liegenden 15′ ein Ausgleich der Ermüdung um mindestens 14 Zahlen stattgefunden hat. Allerdings ist dieses Ergebniss wegen der verschiedenen Höhe der gesammten Arbeitswerthe in den verglichenen Reihen noch mit einem kleinen Fehler behaftet. Weit wichtiger aber ist es, dass die Erholung ohne Zweifel im Anfange ungleich rascher von statten geht, als späterhin. Der hier für die zweite Viertelstunde gefundene, an sich schon viel zu kleine Werth bleibt demnach für die erste Viertelstunde gewiss noch weit mehr hinter der Wirklichkeit zurück. Da wir aber den Gang der Erholung unter den gegebenen Bedingungen durchaus nicht kennen, werden wir vorerst doch bei der gefundenen Zahl stehen bleiben müssen.

Um den Uebungsverlust in 15′ und den nach der gleichen Zeit noch vorhandenen Ermüdungsrest werden wir die Leistung nach der günstigsten Pause vergrößern müssen, wenn wir durch Vergleich derselben mit der Arbeit vor der Pause die Größe des reinen Uebungsfortschrittes finden wollen. Der Werth von 135 würde sich demnach um $17 + 14$ Zahlen, also auf 166 erhöhen. Freilich gibt auch diese Zahl nur eine sehr entfernte Annäherung an die thatsächlichen Verhältnisse, da sowohl der Uebungsverlust wie der aus ihm abgeleitete Ermüdungsrest ohne Zweifel bedeutend zu klein sind.

Die Ausrechnung des oben aufgestellten Verhältnisses würde als reinen, verbesserten Uebungszuwachs für den ersten Tag der ersten Versuchsgruppe 336 Zahlen auf die halbe Arbeitsstunde, also 56 Zahlen auf je 5′ ergeben. Um welchen Betrag dieser untere Annäherungswerth zu erhöhen wäre, entzieht sich zur Zeit unserer Kenntniss. Ich will jedoch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass es recht wohl möglich erscheint, mit Hülfe kürzerer Arbeitszeiten, bei denen die Ermüdungswirkungen weniger störend sind, den Gang des Uebungsverlustes auch in seinen ersten Abschnitten etwas genauer zu verfolgen.

Der Uebungszuwachs, mag man ihn in einfachen Zahlen oder in Verhältnisswerthen ausdrücken, ist keine stetige Größe, sondern fortwährenden Veränderungen unterworfen, über deren Verlauf wir leider noch sehr wenig unterrichtet sind. Zunächst hat er die allgemeine Neigung, sich mit fortschreitendem Uebungsgrade zu verkleinern. Sodann werden wir in dem einzelnen Versuche anzunehmen haben, dass die Uebungswirkung der Arbeit mit dem Anwachsen der Ermüdung sinkt. Endlich aber werden wir die Uebungsfortschritte der einzelnen Abschnitte eines Versuches nicht in voller Größe in Rechnung ziehen dürfen, um das Gesammtergebniss der Uebung zu erhalten, da sicherlich auch während der Arbeit ein Uebungsverlust stattfindet, der allerdings durch neuen Erwerb immer mehr als gedeckt wird. Kennten wir genau das Gesetz, nach welchem die Spuren der Arbeit verblassen, so würden wir vielleicht im stande sein, in einer Differentialformel den jeweils während der Arbeit aus den vergangenen Minuten noch vorhandenen Uebungsrest auszudrücken. So aber müssen wir uns mit der allgemeinen Erfahrung bescheiden, dass die Uebungswirkung auch im einzelnen Versuche nicht in gleichen, sondern in allmählich sich verkleinernden Abstufungen fortschreitet. Einen Wegweiser für den Verlauf der Uebungscurve im einzelnen vermag uns nur der Gang der thatsächlich gefundenen Arbeitswerthe zu geben. Nur soviel können wir nach einem ähnlichen Gedankengange wie oben berechnen, dass der reine, verbesserte Uebungsfortschritt für je 5′ bei Beginn der zweiten Versuchsgruppe bereits auf etwa 5 Zahlen gesunken war.

Um uns einen Einblick in die Größe der Ermüdungswirkungen zu verschaffen, gehen wir aus von der Reihe ohne Pause. Offenbar

müsste hier die Leistung in der letzten Viertelstunde um den reinen halbstündigen Uebungszuwachs größer sein, als diejenige der zweiten Viertelstunde, um den viertelstündigen Uebungszuwachs größer, als die der dritten Viertelstunde. Als halbstündigen Uebungszuwachs hatten wir oben für den ersten Tag 336 Zahlen gefunden. Es ist jedoch wohl anzunehmen, dass diese Zahl nur für den ersten Anfang des Versuches Gültigkeit hat und sich sehr bald verkleinert. Aus dem Vergleiche des Uebungsfortschrittes im Anfange der beiden ersten Versuchsgruppen würde folgen, dass derselbe in jeden 5′ um etwa eine Zahl sinkt. Unter dieser Annahme würde sich die erwartete Uebungswirkung in der letzten halben Stunde des ersten Versuchstages auf 256, in der dritten Viertelstunde auf 147 Zahlen berechnen. Im Hinblicke auf unsere früheren Betrachtungen ist es zwar wahrscheinlich, dass die Abnahme des Uebungsfortschrittes in Wirklichkeit rascher erfolgt ist; andererseits waren aber auch die berechneten Uebungswerthe von vornherein sicher zu klein, zumal wir den halbstündigen Durchschnitt hier als Anfangswerth zu Grunde gelegt haben. Wir werden daher zur Zeit keine besser begründeten Zahlen für den muthmaßlichen Uebungszuwachs am ersten Versuchstage aufstellen können. Die Leistung in der zweiten Viertelstunde betrug 1311 Zahlen. Daraus würden sich durch Hinzufügung des angenommenen Uebungszuwachses für die dritte Viertelstunde 1458, für die letzte 1596 Zahlen berechnen lassen, wenn keine Ermüdung stattgefunden hätte. In Wirklichkeit wurden 1327 und 1340 Zahlen addirt, so dass wir als Betrag für die viertelstündige Ermüdung 131, für die halbstündige 256 Zahlen erhalten, für je 5′ im ersteren Falle 44, im letzteren 43 Zahlen.

Wenn demnach anscheinend die Ermüdungswerthe zunehmen, würden wir etwa für die zweite halbe Stunde 42, für die erste 41 Zahlen als Ermüdungsgröße annehmen dürfen. Ich will indessen hier bemerken, dass vorläufig keine Anhaltspunkte für die Annahme eines derartigen Anwachsens der Ermüdung vorliegen. Im Gegentheil ist es sicher, dass die Ermüdungswirkungen der Arbeit im allgemeinen mit fortschreitender Uebung abnehmen. Es wäre aber möglich, dass sich in diesem Ansteigen der Werthe, wenn es sich nicht um einen einfachen Zufall handelt, die Beeinträchtigung der Uebungswirkung durch die Ermüdung ausspricht. Wir werden daher

späterhin den Ermüdungswerth von 41 Zahlen zunächst regelmäßig für jeden Arbeitsabschnitt einsetzen, dafür aber die Uebungszahlen fortschreitend verkleinern. Nur gegen den Schluss der Arbeitsstunde werden wir in einer ganz leichten Abnahme der Ermüdungswirkungen dem Einflusse der wachsenden Uebung einen gewissen Ausdruck geben dürfen.

Auch für die Berechnung der Anregung gehen wir von der Reihe ohne Pause aus, deren Gang wir mit dem der nächsten, durch 5′ Pause unterbrochenen Reihe vergleichen. Wir dürfen erwarten, dass sich die Wirkung der Anregung in dem Verhältnisse der 6. und 7. Werthe beider Reihen kundgibt. Im einen Falle wird der 7. Werth durch die Anregung voll beeinflusst, während im anderen Falle ein gewisser Theil derselben wieder verschwunden ist. In der Reihe ohne Pause liegt der 7. Werth um 13 Zahlen höher, in derjenigen mit 5′ Pause um 12 Zahlen niedriger, als der 6. Die Wirkung des Anregungsverlustes in 5′ würde demnach 25 Zahlen gewesen sein, wie auch Lindley angibt. Allein dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Pause einerseits ein Uebungsverlust, andererseits eine gewisse Erholung stattgefunden hat. Der erstere hat den 7. Werth der Pausenreihe herabgesetzt, die letztere hat ihn erhöht. Dadurch ist dort eine scheinbare Vergrößerung der Anregungswirkung, hier eine scheinbare Verkleinerung derselben zu stande gekommen. Als Uebungsverlust für 30′ haben wir früher den Annäherungswerth von 1,1 % gefunden, der von 5′ etwa 0,2 % ergeben würde. Der 7. Werth der Reihe mit 5′ Pause wäre demnach in Folge des Uebungsverlustes um etwa 1 Zahl zu erhöhen. Auch dieser Werth ist wegen der viel größeren Anfangsgeschwindigkeit des Uebungsverlustes ohne Zweifel sehr erheblich zu klein.

Die Erholungswirkung der Pause von 15′ betrug nach Lindley's Tabelle I 4,8 %. Dieselbe wäre noch höher ausgefallen, wenn nicht inzwischen auch ein Uebungsverlust stattgefunden hätte, den wir nach unseren früheren Erörterungen, freilich zu klein, für 15′ auf 0,6 % berechnen können. Die wirkliche Erholungswirkung der viertelstündigen Pause war also mindestens 5,4 %; mithin werden wir diejenige nach 5′ auf mindestens 1,8 % bemessen dürfen. Auch dieser Werth ist entschieden zu klein. Bringen wir von ihm den ebenfalls zu kleinen Uebungsverlust für 5′ in Abzug, so kommen wir zu dem

Schlusse, dass wir den 7. Werth der Reihe mit 5′ Pause um 1,6 %, mithin um 7 Zahlen, zu erniedrigen haben, wenn wir wissen wollen, wie derselbe ohne Uebungsverlust und Erholung durch die Pause ausgefallen wäre. Der Unterschied im Verlaufe der Reihe ohne Pause und mit 5′ Pause erhöht sich dadurch auf 32 Zahlen. Das wäre also der, freilich mit vielen Fehlern behaftete Betrag, um den die Leistung während der Pause von 5′ durch den theilweisen Verlust der Anregung gesunken ist.

Freilich erfahren wir über die ganze Größe der Anregung dadurch nichts. Es wird auch ohne Versuche mit anderen kurzen Pausen nicht möglich sein, über diesen Punkt Klarheit zu gewinnen. Mir blieb daher nichts übrig, als den Gesammtwerth willkürlich anzunehmen. Unter der Voraussetzung, dass nach 5′ etwa 2/3—3/4 der Anregung geschwunden seien, wurde ihr Betrag auf etwa 45 Zahlen geschätzt, wahrscheinlich eher etwas zu niedrig, als zu hoch.

Um endlich auch für die Gewöhnung Zahlenwerthe zu finden, kehren wir zu unserer früheren Betrachtung zurück, dass vom ersten bis zum zweiten Arbeitstage nach dem späteren Verlaufe der Uebung ein Zuwachs von ungefähr 276 Zahlen zu erwarten gewesen wäre, ein Betrag, der allerdings wohl nicht ganz an die Wirklichkeit heranreicht. Dennoch lässt sich bestimmt sagen, dass der thatsächlich gefundene Zuwachs von 545 Additionen neben der Uebung zu einem recht erheblichen Theile der Gewöhnung seinen Ursprung verdanken muss. Folgt man der oben vertretenen Annahme, so würde die Gewöhnung in der ersten halben Stunde des zweiten Tages einen Fortschritt um 269 Zahlen bedingt haben. Unter der recht wahrscheinlichen Voraussetzung, dass auch am zweiten Tage die Gewöhnung noch eine gewisse, wenn auch bescheidene Rolle gespielt hat, wäre also der Antheil der Gewöhnung an dem Ausfall der Arbeitsleistung auf die einzelnen 5 Minuten des ersten Tages derart zu vertheilen, dass etwa der berechnete Betrag sich ergibt. Man erreicht das annähernd, wenn man annimmt, dass die Steigerung der Arbeit durch die zunehmende Gewöhnung am Schlusse der ersten halben Stunde 45, am Schlusse der zweiten 65 Zahlen für je 5 Minuten betragen hat und am nächsten Tage nochmals um etwa 20—25 Zahlen im Laufe der Arbeitsstunde angewachsen ist. Im einzelnen müssen wir uns allerdings diesen Verlauf ganz willkürlich ausmalen.

Es würde nunmehr noch unsere Aufgabe sein, auch die Größe der Willenseinflüsse in Rechnung zu ziehen, welche auf die Arbeitscurve eingewirkt haben können. Natürlich muss der Wille zur Arbeit während der ganzen Zeit vorhanden gewesen sein und das Werkzeug im Gange erhalten haben. Erfahrungsgemäß aber pflegt namentlich im Anfange die Willensspannung vorübergehend erhöht zu sein und erst nach einer gewissen Zeit einen mittleren Grad zu erreichen, der dann mit einigen Schwankungen dauernd festgehalten wird [1]). Um uns ein Urtheil über die Größe dieser mittleren Spannung zu bilden, werden wir zweckmäßig von dem Werthe der zweiten 5′ ausgehen, da in ihm der Antrieb bereits in der Hauptsache geschwunden zu sein scheint. Dieser zweite Werth ist aber schon durch Uebung, Anregung, Gewöhnung und Ermüdung beeinflusst. Wollen wir erfahren, wie der von allen diesen Ursachen unberührte Anfangswerth bei mittlerer Willensspannung ausgefallen wäre, so werden wir die Leistung des zweiten Arbeitsabschnittes um den Betrag der Uebung, Gewöhnung und Anregung für die ersten 5′ herabzusetzen, um denjenigen der Ermüdung zu erhöhen haben. Nehmen wir an, dass der zweite Werth durch die Uebung um 56, durch die Anregung um 35, die Gewöhnung um 30 Zahlen gesteigert, durch die Ermüdung um 41 Zahlen herabgesetzt wurde, so kommen wir zu dem Schlusse, dass der Anfangswerth bei normaler Willensspannung und ohne die Einwirkung aller jener Ursachen um 80 Zahlen unter der Leistung der zweiten 5′, also bei 393 Zahlen, gelegen haben würde. Da er aber thatsächlich nicht unter, sondern um 10 Zahlen über dem zweiten Werthe gefunden wurde, so muss er durch stärkere Willensspannung um den Betrag von 90 Zahlen gehoben worden sein. Diese Größe werden wir also dem Antriebe im Beginne der Arbeit, zuschreiben dürfen. Auch im weiteren Verlaufe der Curve wird sich zeigen, dass die aus dem regelmäßigen Gange der einzelnen, zusammenwirkenden Einflüsse berechneten Werthe vielfach kleinere und größere Abweichungen von den wirklich gefundenen darbieten. Wir dürfen annehmen, dass gerade diese Abweichungen, die sich auch schon in der gefundenen Curve meist gut ausprägen, auf Schwankungen in der Willensspannung zurückzuführen sind.

1) Nach neueren Versuchen Heumann's stellt sich mit wachsender Ermüdung wahrscheinlich eine allmähliche Steigerung der Willensspannung ein.

Nach diesen etwas umständlichen, aber durchaus nothwendigen Vorbereitungen sind wir endlich im stande, die muthmaßliche Größe und den Gang der einzelnen erörterten Einflüsse für die auf einander folgenden Arbeitsabschnitte festzusetzen. Ich stelle die Ergebnisse in der folgenden Uebersicht zusammen, vorerst für die erste halbe Stunde.

Tabelle VI.

Abschnitte (5′)	1	2	3	4	5	6
Uebung	0	56	96	133	167	199
Ermüdung	0	41	82	123	164	205
Anregung	0	35	40	45	45	45
Gewöhnung	0	30	35	40	45	50
Antrieb	+ 90	0	— 4	— 15	0	— 8

Mit Hülfe dieser Zahlen sind wir im stande, vom Ausgangspunkte 393 aus die sämmtlichen Theilcurven aufzubauen, durch deren Zusammensetzung dann die wirklich gefundene Arbeitscurve entsteht. Diese Curven lehren uns, welchen Gang die Leistung nehmen würde, wenn sie ausschließlich durch einen einzelnen der dargestellten Einflüsse bestimmt wäre. Natürlich sind dabei die Werthe für Uebung, Anregung und Gewöhnung mit positivem, diejenigen für die Ermüdung mit negativem Vorzeichen zu versehen. Die Arbeitscurve selbst, wie sie auf der beiliegenden Tafel mit schwarzen Linien angedeutet ist, verläuft in der Hauptsache horizontal, mit geringen Schwankungen, die wesentlich durch Nachlassen und Anspannen des Willens verursacht scheinen. Uebung und Ermüdung, deren Curven mit blauer bezw. brauner Farbe eingezeichnet sind, halten sich im allgemeinen das Gleichgewicht, doch überwiegt anfangs die erstere, späterhin die letztere ein wenig. Dazu wird die ganze Curve nach kurzer Zeit schon durch Anregung und Gewöhnung, deren Verlauf in gelben bezw. grünen Linien wiedergegeben wurde, gleichmäßig über die Linie gehoben, die sie durch den Arbeitswillen allein erhalten würde. Im Beginne, wo diese beiden Einflüsse noch fehlen, tritt gewissermaßen ergänzend die Willensspannung ein, die wir in der rothen Linie angedeutet haben. Dieselbe ist demnach beim Einsetzen der Arbeit

weit größer, als man nach der gefundenen Arbeitscurve annehmen sollte; sie hat alle jene inneren und äußeren Arbeitshindernisse zu überwinden, die später durch Anregung und Gewöhnung beseitigt werden. Vielfach werden wir somit auch dort Antriebswirkungen zu vermuthen haben, wo die Arbeitscurve vom ersten zum zweiten Werthe nicht fällt, sondern steigt. Die hohe Willensspannung dauert, wie das regelmäßig der Fall ist, nur ganz kurze Zeit an, um dann mit der wachsenden Erleichterung der Arbeit einem Nachlasse Platz zu machen. Späterhin tritt noch einmal eine leichte Steigerung hervor, allerdings nur bis auf die im zweiten Arbeitsabschnitte eingehaltene Höhe. Vielleicht geschieht das unter dem Einflusse der allmählich sich entwickelnden Müdigkeit, nachdem die ursprünglich so rasch fortschreitende Arbeitserleichterung einigermaßen zum Stillstande gekommen war.

Suchen wir uns nunmehr über die Vorgänge während der halbstündigen Pause Rechenschaft zu geben, so werden wir anzunehmen haben, dass sich in dieser Zeit der bei weitem größte Theil der Ermüdung ausglich, dass ein erheblicher Uebungsverlust stattfand, dass die Anregung vollständig verschwand, die Gewöhnung jedoch, wenn überhaupt, so doch nur eine sehr kleine Einbuße erlitt. Genauere Anhaltspunkte für die zahlenmäßige Darstellung dieser Vorgänge fehlen uns leider fast ganz; wir wissen nur, dass von der Anregung im Laufe der ersten 5 Minuten 32 Zahlen verloren gehen und dass nach 10—15′ wohl jede Spur derselben geschwunden ist. Sodann entnehmen wir aus den Versuchen von Hylan und Krauss, dass die Zusammensetzung der Einzelcurven ungefähr bei 15—20′ das günstigste, bei 10′ das ungünstigste Ergebniss liefern muss, dem bei 5′ eine erste Steigerung vorhergeht, während nach der günstigsten Pause ein langsamer Abfall folgt. Lindley's Versuchsperson zeigt eine günstigste Pause bei 15′. Es ist jedoch im Hinblicke auf die bedeutendere Länge dieser Pause bei den anderen Personen anzunehmen, dass sie in Wirklichkeit wohl noch jenseits von 15′, etwa bei 20′, gelegen war; auch die geringe Abnahme des Pausengewinnes von 15′ zu 30′ spricht dafür, dass wir bei genügender Abstufung der Versuche die günstigste Pause zwischen diesen beiden Zeiten gefunden haben würden.

Die angeführten Erfahrungen erlauben uns, wenigstens in den gröbsten Umrissen das gegenseitige Verhältniss der einzelnen zusammenwirkenden Einflüsse von 5′ zu 5′ Pause derart abzustufen, wie es etwa

der Wirklichkeit entsprechen könnte. Nach vielen vergeblichen Bemühungen ist es mir gelungen, einen Verlauf der Werthe für Uebungsverlust und Erholung zu finden, der im Verein mit den übrigen bestimmenden Einflüssen einerseits ziemlich stetige und darum wahrscheinliche Curven liefert, andererseits diejenigen Schwankungen der Leistungscurve in den einzelnen Abschnitten der Pausenwirkung bedingen würde, die wir nach den Versuchen von Hylan und Krauss erwarten müssten. Ich bin dabei von der allerdings willkürlichen Annahme ausgegangen, dass der kleine Ermüdungsrest, den wir nach den Erfahrungen von Rivers am Ende der halbstündigen Pause noch voraussetzen müssen, sich auf 8 Zahlen für 5′ belaufe. Nehmen wir ferner an, dass ein Gewöhnungsverlust von 5 Zahlen stattgefunden habe, was ungefähr der Wirklichkeit an einem ersten Versuchstage entsprechen dürfte, so ergibt ein Aufbau dieser Zahlen auf dem Ausgangswerthe von 393 Zahlen, dass der nach der Pause verbliebene Uebungsrest noch 50 Zahlen betragen muss, wenn der wirklich gefundene Werth zu stande kommen soll. Der Erholungswirkung von 197 Zahlen stand also ein Uebungsverlust von 149 Zahlen in der halbstündigen Pause gegenüber. Freilich sind diese Werthe etwa viermal so groß wie die früher aus den längeren Pausen abgeleiteten, aber sie sind ohne Zweifel weit richtiger, da Erholung wie Uebungsverlust in den ersten 10—15′ sicher unvergleichlich schneller von statten gehen, als späterhin.

Die Zahlenwerthe, in die sich die hier entwickelten Annahmen umsetzen lassen, sind in Tabelle VII zusammengestellt.

Tabelle VII.

Pausendauer	5′	10′	15′	20′	25′	30′
Uebung	135	96	81	70	62	56
Ermüdung	125	80	45	19	12	10
Anregung	28	13	5	0	0	0
Gewöhnung	49	48	47	46	45	45
Leistung	480	470	481	490	488	484

Die diesen Werthen entsprechenden Curven habe ich auf der Tafel in die Pausenzeit eingetragen. Wir erkennen dort, wie die

Gewöhnung fast unverändert die Pause überdauert, während die Anregung nach Ablauf von 10′ nahezu, nach 15′ ganz geschwunden ist. Uebung und Ermüdung verlieren sich anfangs sehr schnell, dann langsamer, erstere, wie es der Erfahrung entspricht, in weniger steilem Abfalle als letztere. Die Uebungscurve wird zuletzt immer flacher, ein Zeichen dafür, dass der Uebungsrest sich lange zu erhalten strebt. Würde der ganze Rest von 50 Zahlen bis zum nächsten Tage andauern, so würden wir einen täglichen, halbstündigen Uebungszuwachs von 300 Zahlen zu verzeichnen haben. Unsere Berechnung hatte früher 276 Zahlen ergeben. Dabei ist zu berücksichtigen einmal, dass natürlich der am Ende der halbstündigen Pause vorhandene Uebungsrest bis zum nächsten Tage doch noch erheblich sinken wird, andererseits, dass derselbe durch die Uebung der nächsten, allerdings etwas mehr unter Ermüdungseinfluss stehenden halben Arbeitsstunde verstärkt werden wird. Man darf vielleicht sagen, dass unter den hier gemachten Annahmen und dem wirklich gefundenen Ergebnisse für den heutigen Stand unserer Kenntniss kein gröberer Widerspruch besteht; es erscheint recht wohl möglich, dass unter den gegebenen Verhältnissen der Uebungsrest am nächsten Tage ungefähr die gefundenen Werthe erreicht.

Auch die Ermüdungscurve verläuft in ihrem letzten Theile wesentlich flacher. Es hat sich, wenn das gegenseitige Verhältniss zwischen Uebung und Ermüdung während der Pause in den einzelnen Abschnitten den sonstigen Erfahrungen überall entsprechen sollte, nicht vermeiden lassen, dass die Abflachung der Curve ziemlich plötzlich einsetzte. Wie ich denke, hat dieser Verlauf nichts Unwahrscheinliches. Wir haben bereits darauf hingewiesen, dass wir auch bei der geistigen Ermüdung Anlass haben, zwischen der vorübergehenden Lähmung durch giftige Zerfallsstoffe und der langsamer sich ausgleichenden Erschöpfung des Kräftevorrathes zu unterscheiden. Vielleicht haben wir uns die Erholungscurve aus zwei Theilcurven zusammengesetzt zu denken, von denen die eine, steiler verlaufende, der Durchspülung der Gewebe entsprechen würde, während die andere, weit niedrigere, aber langsamer abfallende Curve die allmähliche Zufuhr frischen Kraftvorrathes durch das Blut wiedergäbe. Die Richtungsänderung in unserer Zeichnung könnte den Schnittpunkt dieser beiden Curven bezeichnen.

Das Ergebniss aller in der Pause noch sich abspielenden Vorgänge habe ich in der punktirten schwarzen Linie angedeutet. Sie zeigt an, mit welchem Betrage die Leistung unter Annahme mittlerer Willensspannung einsetzen würde, wenn sie nach Pausen von verschiedener Dauer wieder aufgenommen würde. Wir hätten somit nach dem wirklich gefundenen Endwerth der ersten halben Stunde zunächst eine leichte Steigerung, dann bei 10′ den ungünstigsten Stand der Leistung, nach 20′ den günstigsten. Von da ab wird die Leistung bei dem ungemein langsamen und geringfügigen Fortschreiten der Erholung fast ausschließlich durch den Uebungsverlust bestimmt, sinkt also allmählich.

In der zweiten halben Arbeitsstunde sehen wir dieselben Vorgänge wieder in Wirksamkeit treten wie vor der Pause. Allerdings ist der Uebungsfortschritt, der sich auf dem Uebungsreste aufbaut, aus den verschiedenen, früher angeführten Gründen in langsamem Sinken begriffen. Auch die Ermüdung nimmt gegen Schluss der Arbeit in Folge der größeren Uebung ein wenig ab, behält aber dauernd das Uebergewicht über die Uebungswirkungen, so lange diese nicht durch den Uebungsrest und die sich rasch wieder entwickelnde Anregung wesentlich unterstützt wird. Dem entspricht in der gefundenen Curve die leichte Senkung am Schlusse nach anfänglichem Ansteigen. Wir dürften wohl erwarten, dass bei weiterem Fortarbeiten die Ermüdungseinflüsse immer entscheidender den Verlauf herabgedrückt haben würden.

In der gefundenen Curve zeigt der 4. Werth eine auffallende, sich rasch wieder ausgleichende Senkung. Wir kennen die Ursache derselben nicht, um so weniger, als es sich um eine Durchschnittscurve handelt. Ich habe mir, nur um das innere Geschehen bei einem solchen Vorgange darstellen zu können, die Annahme erlaubt, dass hier eine ablenkende Störung die Minderleistung verschuldet habe. Demgemäß habe ich hier der Gewöhnungscurve eine kleine Senkung gegeben, um anzudeuten, dass die völlige Fernhaltung von Nebenvorgängen in diesem Arbeitsabschnitte nicht gelungen sei. Zugleich war eine geringe Abnahme der Willensspannung zu verzeichnen, nachdem im Beginne der halben Stunde ein mäßiger Antrieb stattgefunden hatte. Der Erfahrung entsprechend folgt aber in unserer Darstellung dem Sinken der Willensleistung, wie sie durch die Ablenkung bedingt wird, sofort eine stärkere Anspannung zum

Ausgleiche der Störung, ein »Störungsantrieb«, der bis zum Schlusse des Versuches andauert. Da er sich im letzten Abschnitte noch erheblich steigert, haben wir hier nicht mehr eine Nachwirkung der ja nur willkürlich angenommenen Störung, sondern entweder einen Müdigkeitsantrieb in Folge der allmählich stärker werdenden Ermüdung oder einen Schlussantrieb vor uns, falls die Versuchsperson das bevorstehende Ende des Versuches voraussah.

Die Zahlenwerthe, die wir unserer Zeichnung für die letzte halbe Arbeitsstunde zu Grunde gelegt haben, geben wir in der Tabelle VIII wieder.

Tabelle VIII.

Abschnitte	1	2	3	4	5	6
Uebung	50	81	110	137	163	188
Ermüdung	8	49	90	130	169	207
Anregung	0	35	45	45	45	45
Gewöhnung	45	50	54	46	56	57
Antrieb	+ 16	0	− 1	− 2	+ 9	+ 18

Wir können nicht im unklaren darüber sein, dass sich gegen den hier unternommenen Versuch, mit vor der Hand ganz unzulänglichen Hülfsmitteln eine Arbeitscurve in ihre Bestandtheile zu zerlegen, im allgemeinen wie im einzelnen gewichtige Bedenken erheben lassen, wie wir sie in unseren Erörterungen schon vielfach angedeutet haben. Dennoch sind wir an einen solchen Entwurf herangetreten, zunächst, um den allgemeinen Anschauungen, die man aus den bisherigen Versuchen über die Zusammensetzung der Arbeitscurve gewinnen konnte, einen möglichst übersichtlichen Ausdruck zu geben. Wenn wir uns dabei nicht mit einer ganz willkürlich entworfenen Zeichnung begnügt, sondern uns der äußerst mühseligen Arbeit unterzogen haben, zahlenmäßige Grundlagen für die Zergliederung einer bestimmten, gegebenen Curve aufzusuchen, so geschah das in der Absicht, die Lücken unseres Wissens deutlich zu machen und zugleich die Angriffspunkte für neue Untersuchungen klarzulegen. Wer einen tieferen Einblick in die verwickelten Entstehungsbedingungen der Arbeitscurve gewonnen hat, wird sehr zweifelnd der Möglichkeit gegenüberstehen, dass wir zu einem praktisch brauchbaren und zugleich

zuverlässigen Verfahren der Ermüdungsmessung durch irgend einen besonders glücklichen Einfall gelangen werden. Weit wahrscheinlicher ist es mir, dass uns eine sorgfältige Erforschung der Arbeitscurve in allen ihren Einzelheiten zum Ziele führen kann. Wenn wir es erst verstehen, sicherere Grundlagen für den Aufbau der einzelnen Arbeitscurve aufzufinden, als sie in unserem Beispiele zu Gebote standen, wird es voraussichtlich auch gelingen, durch zweckmäßige Vertheilung von Arbeit und Ruhe ein Maßverfahren zu ersinnen, welches uns rasch mit den wesentlichsten Eigenschaften der Versuchsperson, ihrer Uebungsfähigkeit und ihrer Ermüdbarkeit, vertraut macht. Schon jetzt würde die Feststellung der günstigsten Pause, zu der uns die Versuche geführt hatten, ein Urtheil in der genannten Richtung ermöglichen. Es kann aber wohl keinem Zweifel unterliegen, dass wir auch einfachere und leichter zu beschreitende Wege zum Ziele auffinden werden, wenn wir erst die Karte des Landes vervollständigt haben, in dem wir uns zurechtfinden sollen.

Ueber die Objectivirung und Subjectivirung von Sinneseindrücken.

Von

Oswald Külpe.

Würzburg.

In einer früheren Abhandlung habe ich auf eine experimentelle Bestätigung der Annahme von Vorstellungsobjecten, die ich anhangsweise nachliefern würde, hingewiesen[1]). Ich habe jedoch die Veröffentlichung der vor 11 Jahren zum Abschluss gelangten Beobachtungen und Versuche bisher unterlassen, weil ich hoffte, die zunächst nur auf optischem Gebiete gesammelten Thatsachen durch entsprechende Experimente tactiler Art ergänzen zu können. Die Schwierigkeiten, die sich hier entgegengestellt haben und die vornehmlich darin bestanden, dass sich eine Einrichtung mit genauer Intensitätsabstufung und beliebiger Application der Reize auf verschiedenen Hautstellen nicht in practicabler Form wollte treffen lassen, haben bisher neben anderen Umständen die Ausführung dieser Absicht verhindert. Erst kürzlich ist es mir möglich gewesen, diese Lücke auszufüllen. So benutze ich denn diese Gelegenheit, wo mein hochverehrter Lehrer in wissenschaftlicher Form den Dank seiner Schüler empfängt, um die Versuche mitzutheilen, die zum größten Theil noch in seinem alten, jetzt verschwundenen Institut angestellt wurden und dazu bestimmt waren und sind, ein wichtiges Stück seiner Erkenntnisstheorie, das der empirischen Prüfung zugänglich ist, zu stützen und zu empfehlen.

Ist — so etwa war der Gedankengang, der mich bei diesen Experimenten leitete — unsere Erfahrung ursprünglich einheitlicher Art,

1) Philos. Stud. VII, S. 399.

weder subjectiv noch objectiv, sind diese Attribute also, wie ich mich früher ausdrückte, keine immanenten[1]), sondern lediglich aus erworbenen Kenntnissen hergeleitete, auf besondere empirische Kriterien gegründete Bestimmungen der Inhalte oder Erlebnisse[2]), dann muss es durch geeignete Maßnahmen möglich sein, irrthümliche oder wenigstens zweifelhafte Subjectivirungen und Objectivirungen hervorzurufen. Wenn man es den Erlebnissen nicht ansehen kann, ob sie subjectiv oder objectiv sind, dann muss ferner das Urtheil über diese Momente von Factoren abhängig sein, die außerhalb der Erlebnisse selbst liegen und gewissermaßen nur zufällig mit ihnen zusammenhängen. Ueber diese Factoren, die zur Zeit nicht genauer bekannt sind, Aufschluss zu erhalten, war daher gleichfalls eine Aufgabe der von mir unternommenen Versuche. Endlich aber konnte das individuelle Verhalten einer größeren Anzahl von Versuchspersonen mannigfache Unterschiede der Subjectivirung und Objectivirung aufdecken und die psychologische Erkenntniss dieser Processe fördern.

I. Optische Versuche.

1. Versuchsanordnung und allgemeine Ergebnisse.

Die optischen Inhalte tragen sämmtlich die Eigenschaften der Qualität, Intensität[3]), Ausdehnung und Dauer an sich. Außerdem haben sie einen Ort und stehen sie zu einander in Beziehungen. Nach allen diesen Richtungen sind sie variabel. Ich ließ meine Versuchspersonen darüber völlig im Unklaren, welcher Art die von mir dargebotenen optischen Reize seien. Sie konnten glauben und haben nach ihren Aussagen thatsächlich geglaubt, dass Veränderungen in allen von mir angegebenen Richtungen stattfänden. Thatsächlich wurde nur die Intensität und die Dauer der Reize variirt. Ort, Form und Qualität blieben stets dieselben, und ich beschränkte

1) Philos. Stud. VIII, S. 313 f.

2) Diesen Ausdruck hat jetzt auch Wundt (System der Philos. 2. Aufl. S. 86) acceptirt.

3) in dem Sinne, wie G. E. Müller (Ztschr. f. Psychol. X, S. 2 f.) diesen Begriff bestimmt hat. Dadurch erledigen sich meine früheren Bedenken (Grundriss d. Psychol. S. 117 f.) gegen die Anwendung des Intensitätsbegriffes im Gebiet der Gesichtsempfindungen.

mich auf einen einzigen Reiz. Die Vp[1]) wussten nur, dass sie gelegentlich etwas zu sehen bekämen, und hatten die Aufgabe, alles, was sie sahen, zu schildern, anzugeben, ob sie es für subjectiv oder objectiv hielten bezw. zweifelhaft wären, und die Motive für die Subjectivirung oder Objectivirung mitzutheilen, falls sie sich deren bewusst würden.

Die Versuche fanden unter den beschriebenen Umständen natürlich im Dunkelzimmer statt. Der Stuhl, auf dem die Vp in bequemer, ruhiger Haltung saß, war nach der einen Schmalwand schräg gerichtet, auf die die optischen Reize projicirt wurden. Ein in der Mitte einer Längswand aufgestellter hoher Kasten bildete mit dieser einen Winkel, in dessen Scheitelkante der Stuhl hineingestellt war. Auf der anderen Seite dieses Kastens, nach der anderen Schmalwand zu, für die Vp unsichtbar, dehnte sich der Tisch des Experimentators aus. Auf diesem stand eine Petroleumlampe (mit Rundbrenner), die durch einen Tubus lichtdicht verschlossen war und mittelst einer seitlich einmündenden Röhre ihr Licht nach auswärts entsenden konnte. In dieser Röhre befand sich ein Schlitz, in dem eine Milchglasplatte der Schwächung und Zerstreuung des austretenden Lichts diente. Vor der Röhre war endlich ein Holzschirm aufgestellt, in den ich ein Aubert'sches Diaphragma eingelassen hatte, durch dessen mit einer Mattglasscheibe verdeckte Oeffnung das Licht seinen Weg auf die dem Beobachter zugängliche Schmalwand des Zimmers nahm. Die Entfernung des Schirmes von der Wand betrug $2^1/_4$ m, die des Beobachters von ihr etwa $1^1/_2$ m. In der Augenhöhe desselben bildete sich nun ein Quadrat ab, dessen Größe, Helligkeit und Sichtbarkeitsdauer ich variiren konnte. Dabei benutzte ich an dem Diaphragma Oeffnungen von 20 bis zu 110 mm Diagonallänge, während die Sichtbarkeitsdauer von 1 bis zu 20 Sek. variirt wurde. Mit Hilfe eines aus Fließpapier hergestellten, ganz geräuschlos arbeitenden Deckels wurde die Röhre, durch die das Licht allein austreten und auf das Diaphragma fallen konnte, nur zeitweise geöffnet, und eine draußen auf dem Corridor die Sekunden schlagende Wanduhr diente mir als Zeitnorm. Ferner wurden die, übrigens ganz unregelmässigen,

1) Dieser praktischen Bezeichnung bediene ich mich nach dem Vorgange von Cordes (Philos. Stud. XVII, S. 31) für die Versuchspersonen.

Intervalle zwischen den einzelnen Versuchen, die sich innerhalb der Grenzen von 10 Sek. und einigen Minuten bewegten, an der Taschenuhr abgelesen. Dazu und zur Führung des Protocolls reichte gerade die schwache diffuse Helligkeit aus, die sich zwischen Schirm und Lampe sammelte. Die Höhe der Flamme der vor jeder Versuchsstunde sorgfältig geputzten Lampe wurde constant auf 6 cm erhalten und jedesmal während und am Ende der Versuche controllirt. Die Lichtstärke des Bildes wurde somit nur durch die Größe der Diaphragmaöffnung verändert.

Die nach einer viertelstündigen Adaptation beginnenden Versuche wurden mit 11 Vp ausgeführt. Davon haben mir 7, nämlich die Herren Grosch, Pace, Schleimer, Warren, Meumann, Witmer und Heyfelder, zu einigen Reihen, die übrigen 4, die Herren van Bierfliet, Jerusalem, Kirschmann und von Schubert-Soldern nur zu je einer Reihe zur Verfügung gestanden. Ihnen allen, namentlich den beiden erstgenannten Herren, die ich am längsten in Anspruch genommen, meinen besten Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht. Jede Reihe dauerte mit Einschluss der einleitenden Adaptationszeit ungefähr eine Stunde und bestand aus 30—70 Versuchen. Ich selbst konnte mich als Vp nicht betheiligen, weil die Grundvoraussetzung hier eine streng durchgeführte Unwissentlichkeit war.

Besondere Aufmerksamkeit erforderte es, die Vp nicht wissen zu lassen, dass und wann ein Lichtreiz erfolge und wie lange er dauere. Einmal erklärte eine Vp, dass sie nach dem Abschluss meines Protocollirens, das sie hören konnte, einen Reiz erwarte. Seitdem wurde auch diese Function so geräuschlos wie möglich ausgeübt. Die Aussagen über Natur und Dauer der objectivirten Erscheinungen zeigten, dass es mir gelungen war, die Experimente in dieser Richtung vorsichtig genug anzustellen.

In das Protocoll wurden nicht nur die jeweilige Stellung des Diaphragmas und die Dauer der Reize, sondern auch die Intervalle zwischen den einzelnen Versuchen aufgenommen. Als ein Versuch wurde dabei außer sämmtlichen von mir ausgeführten Reizungen jede besondere Aussage der Vp betrachtet, mochte sich dieselbe nun auf etwas objectiv Gegebenes oder auf eine rein subjective Erscheinung beziehen. Dagegen wurde die allgemeine Mittheilung, dass subjective

Lichterscheinungen beobachtet wurden, die sich etwa längere Zeit hindurch einstellten, nur notirt, nicht aber als Versuch gerechnet. Daraus erklärt es sich, dass es mir nicht angängig schien, in den Tabellen die vergleichsweise seltenen Fälle richtiger Subjectivirung aufzuführen. Sie hätten ein ganz falsches Bild von den wirklich stattgefundenen Urtheilen dieser Art, die viel zahlreicher waren, geliefert. Dagegen sind alle fälschlichen Subjectivirungen, ebenso wie die richtigen und falschen Objectivirungen und die zweifelhaften Fälle wohl ohne Ausnahme als einzelne Versuche gezählt worden. Dazu kommen endlich die nicht seltenen Fälle, in denen ein Reiz überhaupt keine Aussage auslöste.

In der Tabelle I sind die Ergebnisse aller Versuche mit Bezug auf das Hauptproblem nach den einzelnen Vp geordnet dargestellt. Dabei bedeutet Z die Gesammtzahl der einzelnen Versuche, Or die Zahl der richtigen Objectivirungen, Of die Zahl der falschen Objectivirungen, Sf die Zahl der falschen Subjectivirungen, Zwo die Zahl der zweifelhaften Urtheile, sofern sie sich bei objectiv erzeugten, Zws die Zahl der zweifelhaften Urtheile, sofern sie sich bei rein subjectiven Erscheinungen einstellten. Unter F endlich ist die Summe der Of, Sf, Zwo und Zws zu verstehen, also die Gesammtzahl aller fehlerhaften und zweifelhaften Fälle. Die Procente sind durchweg im Verhältniss zu Z berechnet worden. Das Verhältniss von F zu Or ist so leicht zu übersehen, dass es eines besonderen procentischen Ausdrucks dafür nicht bedarf. Die letzte, mit Sa. eingeführte Horizontalcolumne enthält eine Zusammenrechnung aller Ergebnisse.

Aus Tabelle I entnehmen wir zunächst, dass bei beträchtlichen individuellen Unterschieden doch alle Vp fehlerhafte bezw. zweifelhafte Fälle aufzuweisen haben. Rechnet man alle Versuche zusammen, so erhalten wir durchschnittlich 33% richtiger Objectivirungen, denen 19% F gegenüberstehen. Nun ist freilich eine Schwierigkeit nicht zu übersehen. Genau genommen, sind nur die richtigen Subjectivirungen, die überhaupt nicht in der Tabelle figuriren, und die Of, sowie die Zws als schlechthin zuverlässig zu betrachten. Bei jedem anderen Falle ist eine volle Sicherheit darüber, ob die Einordnung zutreffend ist, nicht zu erlangen. Denn das Zusammentreffen einer Subjectivirung, Objectivirung oder zweifelhaften Aussage mit einem objectiven Reiz bietet keine Gewähr dafür, dass das Urtheil

Tabelle I.

Vp	Z	Or	F	Of	Sf	Zwo	Zws	Of + Zws	Sf + Zwo
Grosch	937	389	140	1	7	132	0	1	139
		42 %	15 %	0,1 %	0,75 %	14 %	0 %	0,1 %	15 %
Pace	746	283	97	61	3	22	11	72	25
		38 %	13 %	8 %	0,4 %	3 %	1,5 %	10 %	3 %
Schleimer	517	118	44	19	4	14	7	26	18
		23 %	8,5 %	4 %	0,8 %	3 %	1,4 %	5 %	3,5 %
Warren	460	78	159	124	25	3	7	131	28
		17 %	35 %	27 %	5 %	0,7 %	1,5 %	28 %	6 %
Meumann	355	151	91	52	0	16	23	75	16
		43 %	26 %	15 %	0 %	5 %	6 %	21 %	5 %
Witmer	171	29	70	49	3	11	7	56	14
		17 %	41 %	29 %	1,8 %	6 %	4 %	33 %	8 %
Heyfelder	121	55	4	2	2	0	0	2	2
		45 %	3,3 %	1,7 %	1,7 %	0 %	0 %	1,7 %	1,7 %
Kirschmann ..	43	7	22	17	0	0	5	22	0
		16 %	51 %	40 %	0 %	0 %	12 %	51 %	0 %
Jerusalem	42	14	12	9	1	0	2	11	1
		33 %	29 %	21 %	2,4 %	0 %	5 %	26 %	2,4 %
v. Schubert-S.	42	8	2	0	0	2	0	0	2
		19 %	5 %	0 %	0 %	5 %	0 %	0 %	5 %
van Bierfliet ..	30	18	4	1	1	2	0	1	3
		60 %	13 %	3,3 %	3,3 %	7 %	0 %	3,3 %	10 %
Sa.	3464	1150	645	335	46	202	62	397	248
		33 %	19 %	10 %	1,3 %	6 %	2 %	11 %	7 %

sich auf diesen wirklich bezogen habe. Hier haben nun die specielleren Aussagen der Vp über die von ihnen beurtheilten Erscheinungen aushelfen müssen und können. Wenn eine Vp z. B. gleichzeitig mit einer objectiven Reizung erklärte: ab und zu leuchtende Punkte, die rasch aufeinanderfolgen, so wurde dieser Fall nicht als Or in das Protocoll eingetragen. Dass auf diesem Wege der Prüfung jede irrthümliche Einordnung in die zur Verfügung stehenden Kategorien ausgeschlossen worden wäre, wage ich nicht zu behaupten, aber in den weitaus meisten Fällen glaube ich das Richtige getroffen zu haben. Die Fehler, die etwa begangen worden sind, könnten auch nur darin bestehen, dass die Zahl der Or, Sf und Zwo zu groß angegeben worden wäre, und entsprechend die Zahl der Of und Zws eine Verkleinerung erfahren hätte, wenn wir von den richtigen Subjectivirungen absehen. Auf das Gesammtresultat, sofern es sich in Procenten der F ausdrückt, hat ein solcher Irrthum aber kaum einen Einfluss.

Von den mitgetheilten Versuchsergebnissen haben offenbar eine größere Bedeutung die von den fünf zuerst aufgeführten Vp stammenden, weil nur sie für eine größere Anzahl von Reihen bei verschiedener Diaphragmaöffnung und Sichtbarkeitsdauer zur Verfügung standen. Während die drei Ersten ein Verhältniss der richtigen (Or) zu den falschen oder zweifelhaften Fällen (F) etwa wie 3 : 1 aufweisen, haben wir bei Meumann über die Hälfte der Anzahl von Or und bei Warren gar das Doppelte derselben für F erhalten. Von Interesse ist ferner, dass die falschen Objectivirungen (Of) fast durchweg in größerer Zahl aufgetreten sind, als die falschen Subjectivirungen (Sf). Es besteht eigentlich nur eine bemerkenswerthe Ausnahme von dieser Regel, nämlich die Zahlen der ersten Versuchsperson Grosch. Wenn auch die eigentlichen Sf hier nicht sonderlich zahlreich sind, so erhalten sie doch eine Verstärkung durch die beträchtliche Zahl der Zwo, die einen Zweifel an der Objectivität, also gleichfalls eine Tendenz zur Subjectivirung ausdrücken, während sich ein Zweifel an der Subjectivität bei einem entsprechenden Phänomen kein einziges Mal nachweisen ließ. Für diese Eigenthümlichkeit der Vp Grosch kann ich zwei Gründe anführen. Erstens zeichnete sie sich durch eine große Skepsis und Vorsicht aus, die sich zu einer Objectivirung erst bei ausschlaggebenden Motiven entschloss und den

Zweifel oder die Subjectivirung für das Sicherere hielt. Ferner erklärte sie, ihre subjectiven Erscheinungen willkürlich weder erzeugen noch ändern zu können. Dadurch verwischte sich bei ihr ein wenig mehr der Unterschied zwischen den objectiven und subjectiven Phänomenen. Das Moment unabhängigen Kommens und Gehens, absoluten Gegebenseins fand sie bereits in ihren subjectiven Lichterscheinungen und konnte daher darin kein Charakteristikum der Objectivität erblicken. Dazu kam, dass alle Motive für die Objectivirung, die sie angab und bewusst benutzte, lediglich auf quantitativen Unterschieden zwischen den objectiven und den subjectiven Phänomenen aufgebaut waren. Darauf gehe ich noch später näher ein.

Im Uebrigen ist das offenkundige Uebergewicht der falschen Objectivirungen über die Sf nicht zu bezweifeln. Es tritt insbesondere auch deutlich entgegen, wenn man die Summen der Of und Zws, die sich beide auf subjective Erscheinungen beziehen, und der an objective anknüpfenden Sf + Zwo einander gegenüberstellt. Da gerade die ersteren Zahlen nicht zu groß ausgefallen sein können (vgl. oben S. 512), so kann man darin kein künstliches Product erblicken. Ebenso wenig darf behauptet werden, dass die Zahl der subjectiven Phänomene größer gewesen sei, als die der bemerkten objectiven, und dass deshalb Of + Zwo einen höheren Betrag erreicht hätten. Einer solchen Annahme widerspricht nicht nur die erhebliche Zahl der richtigen Objectivirungen, sondern auch die Thatsache, dass die auf einzelne Phänomene abgeschlossener Art sich beziehenden richtigen Subjectivirungen verhältnissmäßig selten vorkamen, und der nicht unwesentliche individuelle Unterschied, der hinsichtlich des Auftretens und Verhaltens der subjectiven Phänomene zwischen den einzelnen Vp bestand. Nach dem Zahlenverhältniss, in dem beide Classen von Erlebnissen beobachtet wurden, wäre vielmehr umgekehrt ein entschiedenes Uebergewicht der Sf + Zwo zu erwarten gewesen. So weist denn dies Versuchsergebniss sicherlich darauf hin, dass eine prävalirende Tendenz zur Objectivirung vorhanden war. Diese Tendenz ist unabhängig von den zweifelhaften Fällen, die im Durchschnitt keinen nennenswerthen Unterschied darbieten, deutlich erkennbar.

Die zweifelhaften Fälle zeigen bei 6 Vp ein Uebergewicht der Zwo, bei 5 ein solches der Zws, während die falschen Subjectivi-

rungen im Allgemeinen den kleinsten Betrag aufweisen. Zu besonderen Bemerkungen geben diese Thatsachen nur geringen Anlass, sofern hier noch nicht von den individuellen Unterschieden, die in diesen Zahlen hervortreten, die Rede sein soll. Die relativen Zahlen der Zwo und Zws sind hauptsächlich insofern interessant, als sie angeben, in Bezug auf welche Phänomene die Vp vorwiegend zweifelhaft waren. Im Allgemeinen ergibt sich hierbei ein Uebergewicht der Zwo, d. h. es bestand die Neigung, den objectiven Erscheinungen gegenüber relativ häufiger Zweifel zu üben, als den subjectiven gegenüber. Das kann einen doppelten Grund haben. Erstlich können die Zwo deshalb zahlreicher ausgefallen sein, weil sich häufiger objective Phänomene darboten. Zweitens deshalb, weil ihre Beschaffenheit eher Zweifel erweckte. Eine sichere Entscheidung zwischen diesen beiden Annahmen ist deshalb nicht möglich, weil wir zwar die Gesammtzahl der objectiven Reizungen, nicht aber die der subjectiven kennen und daher über das Zutreffen oder Nichtzutreffen der ersten Möglichkeit nicht zu voller Klarheit gelangen können. Fernerhin ist bei unseren Vp als Regel zu betrachten, dass subjective Phänomene, die an Dauer und Abgeschlossenheit mit den objectiven in Concurrenz treten konnten, vergleichsweise selten vorhanden waren. Nur bei Personen mit starken und häufigen subjectiven Erscheinungen, wie Warren, Meumann, finden wir daher auch ein Uebergewicht der Zws über die Zwo. Darum dürfte die erste Annahme den Vorzug verdienen.

Die Tabelle II enthält nur Versuchsreihen der fünf ersten Vp und ist dazu bestimmt, den Einfluss der Diaphragmaöffnung auf die Aussagen darzustellen. Unter D sind die Größen der Diagonale, die ich direkt ablesen konnte, aufgeführt. Ich habe es dabei für zweckmäßig gehalten, eine Anzahl dieser Werthe zusammenzufassen, weil dadurch die Resultate klarer, von Zufälligkeiten weniger getrübt hervortreten und der procentischen Berechnung der Vortheil erwächst, sich auf eine größere Zahl von Fällen stützen zu können.

Aus den Zahlen der Tabelle II ergibt sich zunächst, dass die 5 Vp eine verschiedene Lichtempfindlichkeit besaßen, insofern die Zahl der Or bei gleichen D einen verschiedenen Betrag hat. Die Reihe der Vp, von der größten bis zur kleinsten Empfindlichkeit abgestuft, ist: Meumann, Grosch, Pace, Warren und Schleimer. Drücken

Tabelle II.

Vp	D	Z	Or	F	Of	Sf	Zwo	Zws	Of+Zws	Sf+Zwo
Grosch ...	40—45	288	97	48	1	2	45	0	1	47
			34 %	17 %	0,4 %	0,7 %	16 %	0 %	0,4 %	16 %
	50—60	317	125	65	0	5	60	0	0	65
			39 %	21 %	0 %	1,6 %	19 %	0 %	0 %	21 %
	65—75	143	76	18	0	0	18	0	0	18
			53 %	13 %	0 %	0 %	13 %	0 %	0 %	13 %
	80—90	97	55	9	0	0	9	0	0	9
			57 %	9 %	0 %	0 %	9 %	0 %	0 %	9 %
Pace	35—50	346	114	46	29	0	12	5	34	12
			33 %	13 %	8,4 %	0 %	3,4 %	1,4 %	10 %	3,4 %
	55—70	307	128	47	32	2	7	6	38	9
			42 %	15 %	10,4 %	0,7 %	2,3 %	2 %	12 %	3 %
	75—90	74	39	4	0	1	3	0	0	4
			53 %	5,4 %	0 %	1,4 %	4 %	0 %	0 %	5,4 %
Schleimer.	[20—35	40	1	10	4	2	0	4	8	2]
			2,5 %	25 %	10 %	5 %	0 %	10 %	20 %	5 %
	40—85	227	40	12	5	1	5	1	6	6
			18 %	5 %	2,2 %	0,4 %	2,2 %	0,4 %	2,6 %	2,6 %
	90—110	250	77	22	10	1	9	2	12	10
			31 %	9 %	4 %	0,4 %	3,6 %	0,8 %	5 %	4 %
Warren...	40—55	282	47	92	68	19	1	4	72	20
			13 %	33 %	24 %	7 %	0,3 %	1,4 %	26 %	7 %
	60—80	178	31	67	56	6	2	3	59	8
			17 %	37 %	32 %	3 %	1 %	2 %	33 %	5 %
Meumann.	30—40	245	94	69	40	0	9	20	60	9
			38 %	28 %	16 %	0 %	4 %	8 %	24 %	4 %
	45—60	100	47	22	12	0	7	3	15	7
			47 %	22 %	12 %	0 %	7 %	3 %	15 %	7 %

wir den Schwellenwerth der Helligkeitsempfindung durch 50 % Or aus, was freilich nicht ohne Vorbehalt geschehen kann, so haben die Lichtreize, die ich darbot, für die einzelnen Beobachter ganz verschiedene Bedeutung gehabt. Bei einer Diaphragmaöffnung von D = 80 war die Schwelle für Meumann und Grosch bereits überschritten, für Pace ungefähr erreicht, für Schleimer und Warren dagegen noch ziemlich weit in die Ferne gerückt. Diese Verhältnisse muss man sich vergegenwärtigen, um von ihnen unabhängig gewisse Gesetzmäßigkeiten, die uns hauptsächlich interessiren, in der Tabelle zu finden.

Zunächst wächst durchweg die Zahl der richtigen Objektivirungen mit wachsender Diagonale oder, da man nach einfacher Regel daraus die Fläche des zugehörigen Quadrats berechnen kann, auch mit dieser. Da Flächen rascher wachsen, als die zugehörigen Diagonalen, so ist bei gleichem Maßstab bloß die Zunahme der Procentzahlen eine weniger steile, wenn man die Flächen, als wenn man die Diagonalen zu Grunde legt. Im Uebrigen bleibt es sich gleich, was wir bei unseren Bestimmungen den Aussagen gegenüberstellen, da eine genauere quantitative Formulirung nicht wohl vorgenommen werden kann. Dies Resultat ist nun a priori wahrscheinlich. Die mit wachsender Diagonale zunehmende Größe und Helligkeit des objektiv wahrnehmbaren Feldes muss, wie alle Versuche über die Empfindlichkeit lehren, die Erkennbarkeit steigern und das heißt hier nichts Anderes als: die Zahl der Or vermehren. Die Experimente reichen nicht aus, um das Verhältniss, in dem diese Vermehrung sich vollzieht, genauer zu bestimmen. Auch scheinen ziemlich starke individuelle Unterschiede gerade nach dieser Richtung unsere Zahlen zu beherrschen, was wohl auf unausgeglichene Zufälligkeiten hindeutet.

Ein weiteres und für unsere Untersuchung ungleich wichtigeres Resultat betrifft das Verhalten der F. Als allgemeine Regel ergibt sich hier, dass die Zahl der F-Fälle unterhalb der Schwelle wächst und in der Nähe derselben, etwa bei 40 % Or, abzunehmen beginnt. Von dieser Regel gibt es nur eine Ausnahme in der Tabelle, die eingeklammerte Zahlenreihe. Diese würde eine Abnahme bereits unterhalb der Schwelle erkennen lassen. Aber die hier zu Grunde liegenden Versuche entstammen sämmtlich der ersten

mit dieser Vp angestellten Reihe, innerhalb deren sie selbst nach Abschluss von etwa 35 Beobachtungen erklärte, sie sei misstrauisch geworden und habe ein unangenehmes Gefühl, weil sie nicht wisse, wie ihr geschehe. Sie glaube nunmehr, es sei ihr überhaupt bisher noch kein Reiz zur Beurtheilung dargeboten worden. Von diesem Zeitpunkt an wurde die Vp sehr vorsichtig, und die Zahl der F hat sich daher beträchtlich vermindert. Wäre eine solche Zurückhaltung künstlicher Art nicht eingetreten, so hätte sich der weitere Verlauf etwa wie bei Vp Warren gestaltet, die sich in vieler Beziehung gleichartig mit der Vp Schleimer erwies und zahlreiche subjective Erscheinungen erlebte.

Unterhalb der Schwelle wächst also die Zahl der richtigen, ebenso wie die der falschen und zweifelhaften Aussagen, während erst in der Gegend der Schwelle eine Concurrenz der beiden Arten von Urtheilen erfolgt, so dass die richtigen Objectivirungen noch weiter zunehmen, während die F-Fälle an Zahl zurückgehen. Man kann dies Resultat auch so ausdrücken: je deutlicher erkennbar die objectiven Reize werden, um so geringer wird die Zahl der Irrungen oder Zweifel. Die Gefahr einer Verwechslung vermindert sich somit von dem Punkt, wo die Lichtreize ebenmerklich bezw. übermerklich werden. Es sind daher auch in der Tabelle nicht alle Versuche aufgenommen worden. Z zeigt mehrfach einen geringeren Betrag, als in der Tabelle I, ebenso Or. Von D = 95 ab kamen bei Grosch und Pace gar keine F mehr vor, bei Meumann schon von D = 65 ab, während ich bei Schleimer bis an die Grenze der Leistungen meiner Versuchsanordnung gegangen bin, ohne die Schwelle zu erreichen, und bei Warren auch so weit gegangen wäre, wenn nicht äußere Gründe den Abbruch meiner Versuchsreihen mit ihm herbeigeführt hätten. Außerdem sind eine Anzahl Versuche mit geringeren Intensitäten nicht in dieser Tabelle verzeichnet, weil sie überhaupt keine Aussagen aufzuweisen haben.

Das Wachsthum der F-Fälle beruht bei fast allen Vp vorzugsweise auf dem Verhalten der Of + Zws. Nur die Vp Grosch macht hiervon eine Ausnahme, sofern bei ihr der Verlauf der Zwo fast ausschließlich die Beziehung der relativen Anzahl von F zu der Intensität des Reizes bestimmt. Sehen wir von dieser individuellen Abweichung ab, die wir weiter unten zu würdigen haben werden, so ist

demnach die Stellung zu den subjectiven Erscheinungen, insbesondere aber, wie ein Blick auf die Tabelle lehrt, die Anzahl der falschen Objectivirungen dafür maßgebend, dass die F unterhalb der Schwelle zunehmen und bei diesem Grenzwerth oder richtiger: bei 40 % der Or wieder abnehmen. Auch dieser Thatbestand weist somit auf eine prävalirende Tendenz zur Objectivirung hin. Dass aber überhaupt die subjectiven Erscheinungen eine größere Rolle spielen, so lange sich die objectiven Reize unter der Schwelle befinden, ist wohl verständlich. Innerhalb derselben Versuchszeit müssen bei stärkeren Reizen mehr Or erfolgen, als bei schwächeren Reizen. Die reizlosen Intervalle sind also für die Vp größer bei letzteren als bei ersteren. Demnach können innerhalb längerer Pausen, wie sie bei unterschwelligen Reizwerthen gegeben zu sein scheinen, etwa vorhandene Dispositionen zu subjectiven Phänomenen sich in höherem Grade zur Geltung bringen.

Aber damit allein ist diese interessante Erscheinung nicht zu erklären. Das bisherige zeigt bloß, warum von einem gewissen Werthe ab die F-Fälle abnehmen, nicht jedoch, warum sie bis zu diesem wachsen. Die entwickelten Gesichtspunkte würden vielmehr nahelegen oder fordern, dass die Zahl der F-Fälle ihr relatives Maximum bei den schwächsten überhaupt benutzten Reizen erreicht habe. Beruht sie auf dem Verhalten zu den subjectiven Erscheinungen und können sich diese relativ um so mehr zur Geltung bringen, je seltener objective Reize erkannt werden oder merklich sind, so müssten falsche Objectivirungen (bezw. Zws) um so häufiger sein, je schwächer die Reize sind. Aus einer fehlerhaften Registrirung kann jener Thatbestand auch nicht erklärt werden. Denn gerade das Verhalten zu den subjectiven Erscheinungen bot gar keinen Anlass zu falscher Protocollirung oder Deutung der erhaltenen Aussagen (vgl. oben S. 512).

Um dieser eigenthümlichen Thatsache des Anwachsens der F gerecht werden zu können, ist vielmehr zweierlei zu berücksichtigen. Erstlich gibt es subjective und objective Phänomene, bei denen Zweifel und Irrung nicht hervorzutreten pflegen, die der Vp einen völlig sicheren Eindruck in Bezug auf diesen ihren Charakter machen. Ueber die Kriterien und Motive, welche dabei zur Geltung kommen, werden wir uns später genauer zu verbreiten haben. Diesen sicher objectiven bezw. subjectiven Erscheinungen steht ein normaler Weise

relativ enger Bezirk von solchen gegenüber, die zu Verwecheslungen oder wenigstens zweifelhaften Urtheilen Anlass geben. Innerhalb dieses Bezirks werden die subjectiven den objektiven Phänomenen und umgekehrt am meisten zu gleichen scheinen. Bei unserer Versuchsanordnung musste dieser Bezirk ein besonders eingeschränkter sein, weil nur eine bestimmte Art von Reizen erzeugt wurde. Wo die Reize noch nicht in ihrer Form erkannt werden konnten, sondern einfach als diffuse, außerordentlich schwache Erhellungen wahrgenommen wurden, war hiernach Zweifel und Irrung am leichtesten möglich. Darum mussten sich diese in der Nähe der Schwelle am häufigsten zeigen. Eine Bestätigung für diese Ansicht gewährt die Tabelle auch insofern, als die Sf + Zwo im Ganzen und Großen denselben Verlauf nehmen, wie die Of + Zws und die F. Bei der Vp Grosch ist das, wie wir schon hervorhoben, die Regel. Es trifft aber auch für die anderen Vp zu und wird nur durch die bereits festgestellte überwiegende Tendenz zur Objectivirung verdeckt. Die Zunahme der Of + Zwo ist daher eine stärkere, aber nicht die einzig vorhandene. Dass es sich so verhält, geht auch daraus hervor, dass die Zunahme der Sf + Zwo auf einem höheren Stadium der Intensität deutlicher wird, d. h. auf einem solchen, wo die relative Anzahl merklicher Reize eine größere ist. So wächst z. B. bei Pace die Zahl der Sf + Zwo von D = 55—70, wo Or = 42 %, bis zu D = 75—90, wo Or = 53 % von 3 % auf 5,4 %. Dasselbe ist bei Meumann zu beobachten. Im Allgemeinen steigt also innerhalb der hier bezeichneten Grenzen und, soweit nicht die Tendenz zur Objectivirung verhüllend wirkt, die Zahl der Sf + Zwo mit der relativen Anzahl der Or.

Man darf somit sagen: die in den F-Fällen sich ausprägenden Irrthümer und Unsicherheiten müssen da, wo die Aehnlichkeit zwischen den objectiven und subjectiven Phänomenen die größte ist, d. h. bei unserer Versuchsanordnung in der Nähe der Schwelle, am relativ häufigsten auftreten. Dazu kommt noch ein zweites. Bekanntlich ist die Entstehung und die Beschaffenheit der subjectiven Phänomene nicht unabhängig von der der objectiven. Hat man einige Zeit im Dunkelzimmer gesessen und ist die Nachwirkung der vorherigen hellen Umgebung einigermaßen vergangen, so beginnen die subjectiven Erscheinungen unter den Einfluss der hier wahrnehmbaren Reize zu

gerathen und sich ihnen mehr oder weniger anzugleichen. Mit der Zahl merklicher Reize wächst, wie ich oft beobachten konnte, auch im Allgemeinen die Zahl der angegebenen, beobachteten subjectiven Phänomene. Diese ist somit nicht etwa dann am größten, wenn die Reize am schwächsten sind und daher am seltensten bemerkt werden. Hält man diesen Gesichtspunkt mit dem vorigen zusammen, so ergibt sich, dass die F-Fälle, insbesondere die Summe Of + Zws, bis zu einem in der Nähe der Schwelle liegenden Grenzwerthe zunehmen müssen. Nur auf diese Weise wird es auch erklärlich, dass, wie oben angeführt, oberhalb eines gewissen Intensitätswerthes überhaupt keine F bei denjenigen Vp mehr vorkamen, für die derselbe einen überschwelligen Reiz repräsentirte, und dass unterhalb der in den Tabellen mitgetheilten Intensitäten überhaupt keine Aussagen über irgend welche Erlebnisse optischer Art abgegeben wurden.

In einer dritten Tabelle sind die Ergebnisse mit Rücksicht auf die angewandte Reizdauer geordnet zusammengestellt. Darin bedeutet S die Zahl der Sekunden, während deren der Reiz sichtbar war. Auch hier schien es wünschenswerth, um einige Zufälligkeiten auszugleichen, je zwei Zeiten miteinander zu verbinden. Außerdem aber mussten, um den Einfluss der Zeitdauer für sich abschätzen zu können, gleiche Intensitäten zu Grunde gelegt werden. Darum sind in dieser Tabelle nur diejenigen Versuche von jeder Vp aufgenommen worden, welche dieselben Intensitäten bei den einzelnen Zeiten enthalten haben. So erklärt sich die geringere Anzahl der hier aufgeführten Experimente. Auch schien es nicht nothwendig, auf die einzelnen Arten der F zurückzugehen, und so sind nur die Procente der Or und der F einander gegenübergestellt worden.

Wer in Tabellen zu lesen versteht, wird auch in dieser unschwer dieselbe gesetzmäßige Beziehung zwischen den F und den Or wiederfinden, die wir bereits bei der Besprechung von Tabelle II aufgewiesen haben. Im Allgemeinen steigt auch hier — unabhängig von der Zeit — die relative Anzahl der F mit der der Or bis zu einem gewissen Grenzwerth. Da aber die Tabelle III lückenhafter ist, als jene, so tritt diese Gesetzmäßigkeit in ihr nicht so rein hervor. Die eine wesentliche Ausnahme, die durch ein Fragezeichen angedeutet ist, kam durch zwei abnorme Versuchsreihen zu stande, die gerade

bei den Zeiten 5—6 angestellt worden sind. Hier hätte F normaler Weise weniger betragen sollen, als bei der Zeit 3—4. Abgesehen

Tabelle III.

	S	1—2	3—4	5—6
Grosch	Z	345	160	210
	Or	45 %	42 %	30 %
	F	14 %	24 %	18 %
Pace.....	Z	224	130	205
	Or	45 %	32 %	27 %
	F	5 %	7 %	31 % ?
Schleimer...	Z	189	73	
	Or	29 %	14 %	
	F	10 %	3 %	
Warren.....	Z	114		172
	Or	8 %		21 %
	F	35 %		36 %
Meumann...	Z	123	37	130
	Or	25 %	30 %	53 %
	F	27 %	32 %	31 %

davon äußert sich der Einfluss der Einwirkungsdauer in individuell entgegengesetzter Form. Während bei Grosch, Pace und Schleimer die relative Anzahl der Or mit wachsender Zeit abnimmt, ist dagegen bei Warren und Meumann die umgekehrte Tendenz zu beobachten. Nun kann ja innerhalb gewisser Grenzen die längere Dauer ähnlich wie eine größere Intensität des Reizes wirken, wie die Versuche von Exner u. A. gelehrt haben. Doch ist nicht anzunehmen, dass diese Erscheinung hier, wo es sich um relativ große Zeiten handelt, eine Rolle spielt. Wir werden vielmehr eine Eigenthümlichkeit unserer Experimente heranziehen müssen, um diese Thatsachen zu erklären. Bei kürzerer Einwirkungsdauer war im Allgemeinen die Geschwindigkeit des Eintretens und Verschwindens der Reize eine größere, als bei längerer Einwirkungsdauer. Nun ist die Plötzlichkeit des Erscheinens und Aufhörens namentlich für die Vp Grosch und Pace ein wiederholt angegebenes Motiv der Objectivirung gewesen. Beide haben sich nach eigener Aussage hauptsächlich auf dieses Merkmal gestützt, wenn sie ein Phänomen für objectiv erklärten. Insofern nun dies Merkmal thatsächlich den Reizen von kürzerer Einwirkungsdauer in höherem Maße zukam, als denen von längerer, musste unter sonst gleichen Umständen die richtige Objectivirung dort erleichtert sein. Bei Warren und Meumann ist zwar dieses Motiv auch gelegentlich wirksam, aber nicht von so maßgebender Bedeutung gewesen. Statt dessen ist Meumann von der Anschauung beherrscht, dass die objectiven Phänomene durch eine längere Dauer vor den subjectiven ausgezeichnet seien, und bedient sich Warren gern des Lidschlusses, um zu erkennen, ob er es mit objectiven oder subjectiven Erscheinungen zu thun habe. Aus jener Annahme ergibt sich ohne Weiteres, dass die länger währenden Lichtreize für die Objectivirung einen Vorzug vor den kürzer dauernden haben mussten. Der Lidschluss aber bot bei längerer Reizeinwirkung in höherem Grade den Vortheil dar, beim Oeffnen des Auges den Reiz noch antreffen zu können, während die Dauer von einer Secunde nicht immer genügte, um dies Controllexperiment ausführen zu lassen. [1]

1) Die in der Tabelle III nicht verzeichneten Werthe für die Zeitdauer von 10 bis 20 Sec., die ich nur bei Warren angewendet habe, betragen Z = 102, Or = 19 % und F = 24 % und zeigen somit keine Steigerung der Or, dagegen eine deutliche Abnahme der F.

Die Aussagen von Schleimer reichen dagegen nicht aus, um eine bestimmte Erklärung für sein Verhalten entnehmen zu können. Eine allgemeine Bedeutung ist daher dem von uns benutzten Zeitunterschied für die Or und F nicht beizumessen.

2. Die individuellen Unterschiede und die Motive der Subjectivirung und Objectivirung.

Die 7 ersten Versuchspersonen aus Tabelle I vermag ich auf Grund ihrer Aussagen und einer eingehenden Befragung etwas genauer zu charakterisiren. Diese Charakteristik wird dazu beitragen, die in den Zahlen hervorgetretenen individuellen Abweichungen verständlich zu machen, soweit nicht bereits im Vorhergehenden auf dieselben Bezug genommen ist.

1) Von besonderem Interesse war zunächst die Disposition zu subjectiven optischen Phänomenen. Zu deren Feststellung genügte natürlich die eigene Mittheilung der Vp aus ihrer Erfahrung nicht. Doch lieferte auch diese einiges Material. So erklärte z. B. Heyfelder »fast gar keine subjectiven Erscheinungen« auf optischem Gebiet an sich beobachtet zu haben, auch keine »Erinnerungsbilder«. Damit hängt es wohl zusammen, dass bei dieser Vp eine so geringe relative Anzahl von F gefunden worden ist. Anderseits haben Warren und Witmer mitgetheilt, dass sie häufige und starke subjective Erscheinungen wahrgenommen haben. Beide erinnern sich jedoch nicht, Hallucinationen oder Illusionen jemals gehabt zu haben, und Witmer bemerkt, dass seine Erinnerungsbilder nur »sehr undeutlich« sind. Relativ wenig zu subjectiven Phänomenen disponirt sind Grosch und Pace, während Schleimer sogar an Sinnestäuschungen häufig gelitten hat.

Um diesen Unterschieden, die den individuellen Differenzen der Tabelle I entsprechen, etwas genauer nachgehen zu können, habe ich die Vp aufgefordert, im Dunkelzimmer einer Suggestion meinerseits Folge leistend zu versuchen eine bestimmte Farbe willkürlich zu erzeugen. Grosch konnte kein subjectives Phänomen ändern oder hervorrufen. Heyfelder meint, dass sich der ganze Raum etwas zu erhellen scheine, wenn er willkürlich ein optisches Phänomen zu erzeugen versuche. Warren und Witmer gelang es, meine Suggestion einer bestimmten Farbe meist nach kürzerer oder längerer

Pause zu realisiren. Bei Witmer wurde auf die Anregung, gelb zu sehen, das Gesichtsfeld sofort heller und etwas gelblich. Die Aufforderung, einen violetten Farbenton subjectiv zu erzeugen, hatte nach 10 Secunden ein »undeutlich violettes Bild« zur Folge. Bei der Suggestion »Blau« erschien nach 40 Secunden »etwas Bläuliches«, nach 50 Secunden ein »Blau«, das für objectiv gehalten wurde. Grün wurde 50 Secunden nach entsprechender Aufforderung »sehr wenig« gesehen, bei Roth dagegen blieben die Versuche erfolglos. Weit prompter reagirte im Allgemeinen Warren bei diesen Experimenten. Insbesondere zeigte sich bei ihm ein erheblicher Uebungseinfluss, den ich bei Witmer nicht beobachtet habe. Zuerst wurde es ihm schwer, gelbe, violette, rothe, grüne Flecken im dunklen Gesichtsfelde willkürlich hervorzubringen, während er früher, als Knabe, wie er berichtete, solche Farben in schönster Sättigung hatte erzeugen können. Aber schon in der dritten Versuchsreihe sah er sie sehr deutlich und nach Wunsch mehr oder weniger tief gesättigt. Theils traten sie in Form einzelner Flecken oder Streifen auf, theils als Tingirung des Blickfeldes. Auch Nachbilder schienen sie zu hinterlassen. Die Zeit, welche bis zum Erscheinen dieser Farben verstrich, variirte innerhalb der Grenzen von 3 bis 60 Secunden und zeigte auch für die einzelnen Farben geringe Regelmäßigkeit. Die Succession derselben war wohl insofern von Einfluss, als ein Uebergang in Complementärfarben im Allgemeinen rascher vor sich ging. Doch ist auch hierüber Bestimmteres auf Grund meiner Versuchsreihen nicht zu sagen.

Wieder anders verhielt sich Meumann, der über viele subjective Erscheinungen Auskunft gab. Er glaubte, momentan die für objectiv gehaltenen Lichtphänomene erzeugen zu können, »wobei die Versenkung in die Vorstellung der einzelnen Farben oder Helligkeiten mehr erreicht, als der bloße Wille«. Doch gelang es ihm nicht, so wie Warren oder Witmer, bestimmte Farben der Aufforderung entsprechend hervorzubringen, während er sehr wohl unter der Mannichfaltigkeit der gegebenen subjectiven Erscheinungen eine mittlere Figur hervortreten lassen konnte. Kirschmann erklärte, dass er weder Illusionen, noch Hallucinationen an sich bemerkt habe. Er konnte die Farben, die ich ihm suggerirte, »zwar vorstellen, aber nicht sehen«. Ich bin allen diesen Erscheinungen, die in Fechner's bekanntem Bericht

über ähnliche Vorgänge bei sich und Anderen [1]) ihre Parallelen finden, nur insoweit nachgegangen, als sie zu meinen Versuchen über Subjectivirung und Objectivirung in Beziehung standen.

An solcher Beziehung fehlt es nun keineswegs. Die größere Disposition zu subjectiven Phänomenen hat im Allgemeinen auch eine größere Anzahl F zur Folge gehabt, und es entfällt dabei der Löwenantheil auf die falschen Objectivirungen. Warren und Witmer haben, wenn wir uns auf die Vp beschränken, die mehr als eine Versuchsreihe mitgemacht haben, nicht nur die größte relative Anzahl F geliefert, sondern ihre falschen Urtheile übersteigen auch an Zahl nicht unerheblich ihre richtigen. Ihnen zunächst steht Meumann, und zuletzt kommen Grosch, Pace, Schleimer und Heyfelder. Bei Grosch und Schleimer spielen hierbei noch andere Momente mit, die z. Th. bereits erwähnt sind, z. Th. noch erörtert werden sollen. Welche Rolle die subjectiven Phänomene bei den F gespielt haben, übersieht man am einfachsten in folgender Tabelle IV, in der für die 7 ersten Versuchspersonen die Of und die Of + Zws aus der Tabelle I in Procenten der F berechnet zusammengestellt sind.

Tabelle IV.

Vp	Grosch	Pace	Schleimer	Warren	Meumann	Witmer	Heyfelder
Of in % der F	0,7 %	63 %	43 %	78 %	57 %	70 %	50 %
Of + Zws in % d. F	0.7 %	74 %	59 %	82 %	82 %	80 %	50 %

Sehen wir hier von der letzten Verticalcolumne ab, die bei der geringen Gesammtzahl der zu Grunde liegenden F keine Bedeutung hat, und bedenken wir die für Grosch und Schleimer geltenden besonderen Umstände, so stehen in der That Warren, Witmer und Meumann mit ihrer relativ großen Disposition zu subjectiven Phänomenen an erster Stelle.

Was endlich die Beschaffenheit dieser subjectiven Erscheinungen

1) Elem. d. Psychophys. II ² S. 468 ff.

anlangt, so ist über sie zu sagen, dass sie wenigstens zum größten Theil jenen »Lichtempfindungen aus inneren Ursachen« angehört haben, die Helmholtz in seiner Physiologischen Optik[1]) schildert. Bald waren es Flecken, Bänder, Streifen von verschiedener Färbung, bald ein Flimmern oder ein Lichtnebel oder eine allgemeine Erleuchtung, die von den Vp angegeben wurden. Inwiefern auch central erregte Empfindungen dabei eine Rolle gespielt haben, wage ich jetzt nicht zu entscheiden[2]). Bei der Charakteristik der objectivirten Phänomene komme ich hierauf zurück.

2) Eine andere individuelle Eigenthümlichkeit besteht in der sehr verschiedenen Neigung zu zweifelhaften Aussagen. Darüber gibt folgende tabellarische Uebersicht eine numerische Aufklärung. Ich habe für die 7 ersten Versuchspersonen der Tabelle I die Gesammtsumme der zweifelhaften Fälle in Procenten der Fehlurtheile überhaupt ausgedrückt.

Tabelle V.

Vp	Grosch	Pace	Schleimer	Warren	Meumann	Witmer	Heyfelder
Zwo + Zws in % der F	94 %	34 %	48 %	6 %	43 %	26 %	0 %

Während die Vp Grosch die weitaus größte relative Anzahl zweifelhafter Fälle aufwies, die dabei ausschließlich durch die Zwo bestritten werden, haben Warren und Heyfelder die geringste geliefert. Dabei können die 0 % der letztgenannten Vp deshalb nicht in Betracht kommen, weil sie überhaupt außerordentlich wenig Fehlurtheile geäußert hat. Die Extreme, die sich hinsichtlich der Neigung zu zweifelhaften Fällen gegenüberstehen, sind somit Grosch und Warren. In der That entspricht diese Feststellung auch durchaus dem Verhalten der beiden Vp. Ueber Grosch habe ich schon oben (S. 514) die Mittheilung gemacht, dass er sich durch Vorsicht und Skepsis vor allen Vp ausgezeichnet habe. Im Gegensatz dazu war

1) 2. Aufl. S. 241 ff.

2) Ich habe mich früher (Grundriss der Psychol. S. 185), durch Fechner's Darstellung der Erinnerungsbilder verleitet, zu bestimmt dafür ausgesprochen, dass bei meinen Versuchen central erregte Empfindungen betheiligt waren.

Warren unter meinen Vp vielleicht diejenige, die am wenigsten zu Zweifel oder Misstrauen neigte. Die große Zahl F, die sie lieferte, war gewiss z. Th. auf die große, durch eine Brille nur für das eine Auge corrigirte Kurzsichtigkeit zurückzuführen. Aber die verhältnissmäßig kleine Zahl der Zwo + Zws neben der beträchtlichen falscher Objectivirungen und Subjectivirungen, die mit voller Bestimmtheit erfolgten, deutet auf eine ursprüngliche Tendenz zu sicheren Aussagen, auf ein natürliches Vertrauen in die Richtigkeit oder Gültigkeit erster Annahmen hin. Diese Vorstellung erhält ihre Bestätigung auch durch eine andere Thatsache. Bei keiner anderen Vp war die Zahl nachträglicher Correcturen von Aussagen so groß, wie gerade bei Warren. Sehr oft wurde irgend ein subjectives Phänomen anfänglich objectivirt und dann subjectivirt, wenn der spätere Verlauf der Erscheinung dazu Veranlassung bot. Verhältnissmäßig selten fand auch das Umgekehrte statt: zuerst Subjectivirung, später Objectivirung. Beide Arten von Aussagen aber erfolgten regelmäßig mit gleicher Sicherheit.

Von den übrigen Vp ist Schleimer vielleicht mit der relativ hohen Anzahl zweifelhafter Urtheile als ein künstlich entstandener Fall zu betrachten. Ich erwähnte bereits (S. 519), dass er im Verlauf der ersten Versuchsreihe, während deren er viele F geliefert hatte, und die daher mit den späteren, wie Tabelle II zeigt, unvergleichbar geworden ist, misstrauisch wurde und sich seitdem absichtlich einer besonderen Vorsicht und Zurückhaltung im Urtheil befleißigte. Anderseits zeigt jedoch Tabelle II in Bezug auf das Verhalten der zweifelhaften Fälle keine sehr beachtenswerthe Abweichung zwischen der ersten und den späteren Versuchsreihen (in jener betrugen die Zwo + Zws 40 %, in diesen je 50 % der F). Wesentlich normale Fälle dürften Meumann, Pace und Witmer repräsentiren, wobei der Erstgenannte namentlich den subjectiven Phänomenen gegenüber sich zu Zweifel und Unsicherheit disponirt zeigte, während bei den anderen beiden die objectiven Erscheinungen häufiger solche Aussagen provocirten.

Dass sich in diesem Verhalten der einzelnen Vp in der That besondere Eigenthümlichkeiten derselben kundgeben, lehrt ein Vergleich mit der Tabelle II, in der sich die nämlichen Unterschiede mit geringen Variationen durch alle Intensitätswerthe verfolgen lassen.

3) Hinsichtlich der Subjectivirung und Objectivirung besteht, wie wir gefunden haben, im Allgemeinen eine überwiegende Tendenz zur Objectivirung. Diese ließ sich nicht nur der ersten, sondern auch der Tabelle II entnehmen. Sie gründet sich z. Th. darauf, dass die Vp objective Reize erwarteten. So erklärte einmal Witmer, er würde viel mehr subjectivirt haben, wenn er nicht von der lebhaften Erwartung, dass er objective Phänomene wahrzunehmen bekommen würde, beherrscht gewesen wäre. Aber man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass sich außerdem eine starke gewohnheitsmäßige Neigung zur Objectivirung in diesem Zahlenverhältniss offenbart. In den Aussagen der Vp verräth sie sich insofern, als bei nachträglicher Correctur eines Urtheils die Objectivirung in den weitaus meisten Fällen der Berichtigung unterlag. Dass ein Eindruck zuerst subjectivirt und darnach objectivirt wurde, ist nur sehr selten vorgekommen. Von Warren ist diese Thatsache bereits berichtet worden, sie ist auch bei Meumann und Witmer in vollem Umfang zur Beobachtung gelangt. Bei Grosch fand sich nur einmal eine Objectivirung, die in den bei ihm so beliebten Zweifel überging. Für Pace aber ist es charakteristisch, dass er, wie er erklärte, »am Anfang eines optischen Phänomens nicht sagen könne, ob es objectiv oder subjectiv sei, sondern erst aus der Plötzlichkeit des Verschwindens auf seine Objectivität schließe«. Wird somit erst das Ende des Eindrucks abgewartet, bevor das Urtheil abgegeben wird, so bietet sich zu einer nachträglichen Berichtigung kaum eine Gelegenheit dar, und so sind denn auch bei Pace keine derartigen Fälle zu verzeichnen gewesen. Darnach hängt die hier besprochene Erscheinung auch von der Urtheilszeit ab. Sie wird um so leichter hervortreten, je rascher die Vp ihr Urtheil abgibt. Vielleicht sind deshalb bei Schleimer, dessen Urtheilszeit relativ groß war, derartige Correcturen nicht zur Geltung gekommen.

Sehr mannigfaltig waren die Angaben der Vp über die Beschaffenheit der objectivirten Phänomene. Heyfelder, der am wenigsten durch subjective Erscheinungen beirrt wurde, schildert sie als dauernde, feststehende Bilder, viereckig, dreieckig oder streifenartig geformt, als ein großes Rechteck oder eine längliche viereckige Platte von heller oder röthlicher Qualität, verschiedener Intensität und Dauer. Die Lage dieser Bilder wird »etwas nach

links« bestimmt. In der That könnten die Lichtreflexe auf dem schwarzen Tuch so erscheinen, wenngleich bereits hier Aenderungen des Wahrnehmbaren auftreten, die objectiv nicht bedingt sein konnten. Bei den anderen Vp nehmen diese Variationen zu. Namentlich häufig sind Bewegungen von den objectivirten Erscheinungen ausgesagt worden, während sie beobachtet wurden, oder Lageänderungen der Bilder von Versuch zu Versuch. So findet Schleimer zuweilen, dass der Lichtschein, den er sieht, nach der Decke des Zimmers zieht oder von der Decke herabkommt oder links in der Ecke des Zimmers aufleuchtet oder noch weiter links als vorher wahrnehmbar wird. Ebenso schildert Pace, dass das Phänomen von rechts nach links oder von oben nach unten wandere, sich im Kreise bewege oder von unten bis oben anwachse. Ich bemerke sogleich, dass diese Angaben nicht mit der Art zusammenhängen können, wie ich den Deckel von der Lampe entfernte. Bei Witmer ist die Bewegung des Bildes bald von größerer, bald von geringerer Geschwindigkeit. Aehnliches haben Meumann, Grosch, Warren mitgetheilt. Diese häufigen Irrungen über die Lage der Phänomene können, da die Haltung des Kopfes und Körpers relativ constant war, nur auf die auch sonst schon im Dunkeln beobachtete Unsicherheit des Urtheils über Bewegung und Stellung der Augen zurückgeführt werden.

Sehr verschieden waren auch die Angaben über die Form und Färbung der objectivirten Phänomene. So erklärt z. B. Grosch, er sehe eine diffuse Erleuchtung von variirender Stärke und Dauer, ferner 2 vertikale Streifen, die durch einen dunklen unterbrochen werden, oder 2 runde Flecken, sodann einen kreisrunden Schein, der bald darauf »nicht mehr so rund wie bisher« ist, später eine »mehr quadratische Form« hat und darum in seiner Objectivität bezweifelt wird, wieder ein anderes Mal von der »Gestalt eines Kinderdrachens« ist. Einmal glaubt er sogar die Thür vor sich gesehen zu haben, obwohl sie durch einen Vorhang verdeckt ist. Färbungen dieses Scheins kommen bei ihm nicht vor, doch wird er gelegentlich »fast blendend« genannt, und zwar bei einer objectiven Intensität von nur 50 mm Diagonale des Diaphragmas. Aehnliche Unterschiede findet auch Pace, der einen Lichtschein kreisförmig oder rechteckig, oval, dreieckig, hexagonal nennt, daneben einen oder mehrere Punkte, ein helles Feld mit dunkleren Stellen oder ein schwarzes Feld mit Licht-

rändern u. dgl. wahrzunehmen behauptet. Bei Meumann, Witmer und Warren dagegen spielen auch die Farben eine beträchtliche Rolle. Meumann gibt dem objectivirten Phänomen nur selten eine »längliche Form«, gewöhnlich ist es eine diffuse Erhellung oder ein »Feld«, das aber bald mehr, bald weniger dunkel ist und zuweilen intensiv violett erscheint. Witmer schätzt die Größe der von ihm wahrgenommenen Fläche auf 3—25 cm im Durchmesser und bezeichnet sie als dunkelgrüngelb oder als hellgelb, sehr glänzend, bläulich, grün. Bei Warren dürften die objectivirten Phänomene die größte Mannigfaltigkeit aufweisen. Er beschreibt sie als helle oder dunkle Flecken, als weiße oder schwarze, vertikale oder horizontale Bänder oder Streifen, als ein weißes Quadrat, das in ein Band übergeht, als eine violette Erleuchtung, helle Pyramide, einen Halbmond, als ein schwarzes Dreieck und ein weißes Viereck. Alles das hat sehr verschiedene Größe, Intensität und Dauer.

Aus diesen Mittheilungen geht hervor, dass sich, wie gelegentlich auch von Pace und Grosch bemerkt worden ist, die subjektiven mit den objectiven Erscheinungen vermischt haben und das Produkt dieser Mischung als Ganzes überwiegend objectivirt worden ist. Darum lassen sich auch die richtigen von den falschen Objectivirungen nach dem Charakter der betreffenden Phänomene gar nicht sondern. Die Schilderungen sind im Princip ganz gleichartig für beide ausgefallen. Diese Thatsache liefert uns einen neuen Einblick in die bereits mehrfach besprochene Tendenz zur Objektivirung. Die regelmäßige Betheiligung der subjectiven Phänomene an den objectiven verhindert eine deutliche und reinliche Abgrenzung der beiden gegeneinander. Wir können zwar subjective optische Eindrücke haben ohne gleichzeitige objective, aber nicht umgekehrt. Darum wird immer mehr objectivirt als subjectivirt, und haben bereits subjective Theilphänomene innerhalb eines Ganzen eine Objectivirung erfahren, so kann das nun auch geschehen, wenn sie für sich allein gegeben sind. Außerdem lehrt uns diese Thatsache, dass die richtigen Objectivirungen durchaus nicht schlechthin als solche zu gelten haben. Die Zahl der Or ist daher, von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, sicherlich zu groß ausgefallen. Sie bedeutet nur, dass ein objectiver Reiz so und so oft den Anlaß zu einer Objectivirung gegeben hat, nicht jedoch, dass das objectivirte

Phänomen lediglich durch den Reiz bestimmt worden ist. Dem entsprechend ist natürlich die Zahl der Of zu klein gerathen. Wird aber die Objectivirung nicht einzig und allein im Hinblick auf die objectiven Reize und deren Beschaffenheit, sondern an einem Mischproduct aus objectiven und subjectiven Bestandtheilen vorgenommen, in dem die einzelnen Faktoren nicht gesondert zu werden pflegen, so ist die relativ geringe Zahl der Sf gewiss nur auf die vorherrschende Tendenz zur Objectivirung zurückzuführen.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen über die Natur der objectivirten Phänomene gehen im Großen und Ganzen denen über die Disposition zu subjectiven parallel. Dass an der Vermengung mit objectiven Erscheinungen auch central erregte Empfindungen mitgewirkt haben, ist wahrscheinlich. So wird man wohl die Mittheilung von Grosch, er glaube die (unsichtbare) Thür gesehen zu haben, auf deren Betheiligung zurückführen müssen.

4) Gehen wir nun zu den Motiven für die Subjectivirung und Objectivirung über, die für die einzelnen Vp maßgebend waren, so stoßen wir zunächst auf eine der eben besprochenen Vermengung correspondirende Aussage, dass nämlich die objectivirten zuweilen den subjectivirten Phänomenen »ganz gleich« seien. Hiernach können beide wenigstens in einzelnen Fällen nicht durch ihre optische Beschaffenheit von einander unterschieden werden, d. h. durch Merkmale, die wir weiter oben als immanent[1]) bezeichnet haben. Damit steht es natürlich nicht im Widerspruch, dass gelegentlich doch solche Merkmale als charakteristisch für die eine oder die andere Gruppe von Phänomenen aufgeführt werden. Bei den von uns angestellten Versuchen trugen die objectiven Reize ja einen ganz bestimmten Charakter, den man empirisch kennen lernen und hernach als Objectivitätsindex ansehen konnte. Aber principielle Unterschiede dieser Art gab es nicht, wenn überhaupt einmal beide Arten von Phänomenen einander ganz gleich gefunden werden konnten.

Unter diesen immanenten Merkmalen ist nur einmal die Färbung als Motiv für die Objectivirung angegeben worden. Meumann erklärte bei einer falschen Objectivirung in der 3. Versuchsreihe, dass er das Phänomen auf Grund seiner Qualität »grau«

1) Vgl. S. 509.

objectivirt habe. Alle übrigen immanenten Merkmale beziehen sich auf die Intensität, die zeitliche und räumliche Beschaffenheit der beurtheilten Erscheinungen. Da die Motive für die Objectivirung und die Subjectivirung meist zusammengehören, d. h. auf dem gegensätzlichen Verhalten bestimmter Merkmale beruhen, so müssen sie der Hauptsache nach vereint behandelt werden.

Eine größere Helligkeit wird von Grosch, Meumann und Witmer den objectivirten Erscheinungen zuweilen zugeschrieben. Dagegen ist niemals eine Subjectivirung auf geringere Helligkeit des wahrgenommenen Phänomens gestützt worden. Hinsichtlich der Dauer ist es interessant, dass Meumann den objectivirten Erscheinungen öfter eine größere, Grosch dagegen eine kürzere Dauer zuspricht. Der Letztgenannte gründet die Subjectivirung auch in einigen Fällen auf die längere Dauer der betreffenden Erscheinungen. Damit hängt es zusammen, dass bei Meumann das Verschwinden des Reizes vielfach nicht bemerkt, sondern eine Fortdauer des objectivirten Phänomens angenommen wurde. So stellte ich wiederholt fest, dass er demselben eine Dauer von 10—20 Secunden und mehr zuschrieb, mochte es sich nun um richtig oder fälschlich objectivirte Reize handeln. Es ist möglich, dass seine große Empfänglichkeit für Nachbilder dabei eine Rolle spielte, denn er äußerte wiederholt, dass es ihm Mühe mache, die Nachbilder von den objectiven Phänomenen zu unterscheiden.

Zu der zeitlichen Charakteristik kann auch gerechnet werden die Unveränderlichkeit oder Veränderlichkeit der Empfindungen innerhalb der Zeit. Jenes Kriterium wird von Heyfelder als Unterscheidungsmerkmal der objectivirten Phänomene benutzt, dieses dagegen als Motiv der Subjectivirung von Meumann, Pace und Grosch angegeben. Pace findet, dass die subjectiven Erscheinungen kaleidoskopartig ihre Configuration ändern, während Grosch sie schwankend, die objectiven aber gleichmäßiger nennt.

Eine besonders große Rolle als Motiv der Objectivirung spielte die Art des Auftretens und Verschwindens der Phänomene. Für Grosch, Pace, Schleimer, Meumann, Warren, Witmer war die Plötzlichkeit, mit der eine Lichterscheinung einsetzte oder aufhörte, ein Hauptkriterium der Objectivität. Eine entscheidende Bedeutung hat es namentlich für Grosch gehabt, der ausdrücklich

und allgemein erklärte, dass er besonders auf Ein- und Austritt der Erscheinung achte, um subjectiviren oder objectiviren zu können. Ausnahmslos zuverlässig war es jedoch keineswegs, da ich 3 F ausgezogen habe, die bei Anwendung dieses Kriteriums von Grosch begangen worden sind. Pace dagegen sagt aus, dass er am Anfang eines Phänomens gewöhnlich nicht bestimmen könne, ob es subjectiv oder objectiv sei, aber aus der Plötzlichkeit des Verschwindens auf seine Objectivität schließe. Bei Meumann ist umgekehrt der Eintritt von überwiegender Bedeutung. Witmer verbindet mit der Geschwindigkeit des Anklingens noch die bestimmtere Vorstellung, dass das Ganze des Phänomens sofort gegeben sei, wenn es sich um objective Reize handle, während bei den subjectiven Erscheinungen »die Theilchen zusammenzuschießen scheinen«. Etwas Aehnliches meint Meumann, wenn er die objectivirten Phänomene dadurch charakterisirt findet, daß sie »unvermittelt» auftreten.

Unter den räumlichen Merkmalen haben wir zunächst die bestimmtere Form zu erwähnen, die von Pace, Meumann, Witmer, Warren, Heyfelder, Schleimer den objectivirten Erscheinungen zugeschrieben wird. Pace freilich erklärt gelegentlich auch, dass sie »gestaltlich unbestimmter«, als die subjectiven Phänomene seien. Warren und Schleimer reden von einer größeren Deutlichkeit der objectivirten Erscheinungen. Heyfelder spricht einmal allgemeiner von einer »anderen Gestalt«, die sie haben, und Grosch stützt sich in zwei fehlerhaften Bestimmungen auf die »andere Form« der subjectivirten Phänomene. Meumann schreibt den objektivirten eine größere Ausdehnung, andererseits den subjectivirten Erscheinungen einen größeren Umfang zu. Entsprechend jenem Kriterium der Objectivität finden Grosch, Pace, Meumann, Schleimer, Warren, dass die subjectivirten Phänomene eine größere Unbestimmtheit der Umrisse haben.

Zu den räumlichen Kriterien gehört sodann der bestimmte Ort, den die objectivirten Erscheinungen nach Grosch, Meumann, Schleimer, Heyfelder haben. Die (freilich sehr unzuverlässige) Erkennung eines Nachbildes vollzieht Meumann, wie er mittheilt, auf Grund der ihm fühlbar werdenden Aufhebung des Localisationszwanges. Es ist ihm, als ob er sich auf die subjectiven Phänomene anders einstellen müsse, als auf die objectiven.

Im Zusammenhang damit heißt es, dass er die subjectiven in eine andere Ebene verlege. Warren sagt einmal, dass er sie ins Auge localisire. Kirschmann empfindet, wie er angibt, einen unmittelbaren Antrieb, nach dem Ort des für objectiv Gehaltenen hinzublicken, ohne jedoch diesen Antrieb als Kriterium der Objectivität zu benutzen[1]). Schleimer bemerkt, dass die subjectiven Phänomene von allen Seiten kommen und somit örtlich unbestimmt seien.

Die übrigen Kriterien enthalten einen Hinweis theils auf Beziehungen der Phänomene unter einander, theils auf Folge- und Begleiterscheinungen derselben. Unter jenen Gesichtspunkt fällt die Aussage von Grosch, dass die objectivirten Phänomene einander ähnlicher seien und regelmäßiger auf einander folgten, als die subjectivirten, während Schleimer gelegentlich den letzteren eine raschere Succession zuschreibt. Ferner gehört hierher, dass die objectivirten Erscheinungen nach einer Bemerkung von Meumann mit den subjectivirten einen Contrast bilden. Als charakteristische Folgeerscheinung der objectivirten Phänomene gilt den Vp Meumann und Schleimer das Auftreten eines Nachbildes, das von den übrigen Vp gar nicht bemerkt worden ist. Bei Meumann spielt dies Kriterium die größte Rolle, obwohl es ihm, wie wir bereits mittheilten, Mühe macht, zwischen einem Nachbild und einer objectiv bedingten Empfindung zu unterscheiden. Darum sind auch unter im Ganzen 25 Fällen, in denen er sich dieses Kriteriums ausdrücklich bedient hat, 4 fehlerhafte Bestimmungen erfolgt. Schleimer findet einmal auch umgekehrt, dass ihm ein Phänomen als subjectiv erschien, weil es ohne Nachbild blieb. Gerade diese eine Berufung auf das erwähnte negative Kriterium hatte jedoch eine falsche Subjectivirung zur Folge.

Als Begleiterscheinungen endlich, die mit der Objectivität und Subjectivität in Zusammenhang gebracht werden, sind folgende

---

1) Wie mir die Vp Kirschmann nachträglich mittheilt, ist sie bei diesen Versuchen peinlich bestrebt gewesen, »nur nach den direct gegebenen Eigenschaften der schwachen Lichtwahrnehmung zu urtheilen und jeden Einfluss des Wissens (indirecter Kriterien) auszuschließen«. Dadurch erklärt sich auf sehr einfache Weise die bei dieser in optischen Beobachtungen ganz ungewöhnlich befähigten und geübten „Vp sonst auffällige relativ große Zahl der F nach Tabelle I.

Kriterien zu deuten. Zunächst wird aus dem Verschwinden eines Phänomens bei Schluss der Augen von Schleimer und Warren zuweilen dessen Objectivität festgestellt. Im Gegensatz dazu hat Heyfelder die bekannte Thatsache, dass Nachbilder oder andere subjective Erscheinungen beim Blinzeln vorübergehend verschwinden, dazu benutzt, um sich von der Subjectivität eines Phänomens zu überzeugen. Warren hat sich jenes Kriteriums auch für die Subjectivirung bedient, indem er auf Grund des Verharrens einer Erscheinung bei Schluss der Augen deren Subjectivität annahm. Endlich gilt das Unbewegtbleiben eines Phänomens bei Bewegung der Augen für Pace und Warren als Kennzeichen seiner Objectivität. Außer ihnen benutzen noch Meumann und Witmer die Mitbewegung mit dem Auge als Kriterium der Subjectivität. Bei der schon früher geschilderten Unsicherheit des Urtheils über das Stattfinden von Augenbewegungen im Dunkeln bei nur einem Orientirungspunkt ist es begreiflich, dass gerade dieses Kriterium öfter Fehlurtheile hervorgerufen hat.

Unter den selbständigen Motiven der Subjectivirung gehören zu einer qualitativen Charakteristik die Aussagen von Grosch und Meumann, dass die subjectivirten Erscheinungen »mehr durchsichtig, netzartig oder nebelartig« seien, und die Angaben von Meumann und Warren, dass sie eine große Unbestimmtheit in den Farben aufweisen. Heyfelder erwähnt, dass sie ihm bekannt seien und in Folge dieser Bekanntheit subjectivirt werden. Als ein rein individuelles Kriterium endlich ist das von Meumann einmal angegebene zu betrachten, wonach die subjectiven Phänomene im rechten Auge intensiver seien, als im linken.

In der nachfolgenden Uebersicht stellen wir alle bei unseren Versuchen hervorgetretenen Motive oder Kriterien der Objectivirung und Subjectivirung zusammen, wobei wir den auf der linken Seite aufgeführten und nach dem oben eingehaltenen Leitfaden geordneten Motiven der Objectivirung auf der rechten Seite die entsprechenden Motive der Subjectivirung gegenüberstellen und mit gleichen Ordnungszahlen bezw. Buchstaben versehen.

Motive

der Objectivirung:	der Subjectivirung:
1. Eigenthümliche Qualität (grau).	1. a) Die subjectiven Phänomene erscheinen mehr durchsichtig, netz- oder nebelartig.
	b) Größere Unbestimmtheit der Farben.
	c) Bekanntheitsqualität.
2. Größere Helligkeit.	
3. a) Größere Dauer.	3. a) Längere Dauer.
b) Kürzere Dauer.	
c) Größere Unveränderlichkeit.	c) Größere Veränderlichkeit.
d) Plötzlichkeit des Auftretens und Verschwindens.	
e) Das Ganze erscheint sofort.	e) Die Theilchen scheinen zusammenzuschießen.
f) Unvermitteltes Erscheinen.	
4. a) Bestimmtere Form, größere Deutlichkeit.	4. a) Größere Unbestimmtheit der Umrisse.
b) Andere Gestalt.	b) Andere Form.
c) Bestimmter Ort.	c) In eine andere Ebene localisirt.
d) Größere Ausdehnung.	d) Größerer Umfang.
5. a) Größere Aehnlichkeit unter einander.	
b) Regelmäßigere Succession.	5. b) Raschere Succession.
c) Contrast mit den subjectiven Erscheinungen.	
6. Das Auftreten eines Nachbildes.	6. Das Fehlen von Nachbildern.
7. a) Verschwinden bei Augenschluss.	7. a) Erhaltenbleiben bei Augenschluss.
b) Unbeweglichkeit bei Augenbewegungen.	b) Mitbewegung mit den Augen.
	c) Verschwinden beim Blinzeln.
	8. Im rechten Auge stärker als im linken.

Die bisherige Darstellung hat gezeigt, dass es zwar Motive von ganz individueller Bedeutung gibt, dass aber kein Motiv von allen Vp (wenigstens soweit die Aussagen darüber belehren) angewandt worden ist. In diesem Sinne allgemeingültig ist demnach kein einziges der aufgeführten Motive gewesen. Relativ am meisten benutzt wurden 3a), 4a) und c). Auch besitzen die einzelnen Motive für die verschiedenen Vp eine durchaus verschiedene Werthigkeit. So ist z. B. für Grosch das entscheidende Kriterium die Plötzlichkeit des Ein- und Austritts, für Meumann das Auftreten von Nachbildern. Nun ist freilich nur die kleinere Zahl der vorgenommenen Subjectivirungen und Objectivirungen von den Vp auf bestimmte Motive zurückgeführt worden. Vielfach wurden keine angegeben, in anderen Fällen versagte die Selbstbeobachtung. Es hat darum auch keinen Werth, die Wirksamkeit der einzelnen Motive durch die Gegenüberstellung der von ihnen abhängigen Urtheile zu illustriren. Man erhält vielmehr auf diesem Wege ein ganz unzureichendes und irreführendes Bild von ihrer Bedeutung. Manche Vp beschränkten sich häufig darauf, zu erklären, welche Motive ganz allgemein im Verlauf einer oder mehrerer Versuchsreihen für die Objectivirung und Subjectivirung maßgebend gewesen seien. Ob nun wirklich in allen Fällen diese und keine anderen Kriterien benutzt worden sind, lässt sich natürlich nicht sagen, ebenso wenig wie wir mit Sicherheit feststellen können, dass außer den in unseren Protocollen verzeichneten, von den Vp ausdrücklich angegebenen Kriterien keine weiteren, etwa unbewusst gebliebenen eine Rolle gespielt hätten. Mit dieser Einschränkung, zu der selbstverständlich auch gehört, dass unsere optischen Versuche eine bestimmte Anordnung und Anwendung von Reizen mit sich brachten, und somit nicht ohne Weiteres verallgemeinert werden dürfen, müssen also unsere Betrachtungen über die Motive der Subjectivirung und Objectivirung versehen werden.

Gehen wir die vollständige Liste derselben durch, so erhellt, dass sie zum größten Theil eine relative Bedeutung haben. Ein mehr oder weniger, ein so und anders spielen in den meisten Aussagen eine maßgebende Rolle. Unter den am häufigsten benutzten Kriterien sind zwei, 3d) und 4c), durch die besondere Anstellung unserer Experimente bedingt gewesen. Die Plötzlichkeit des Eintretens und Verschwindens charakterisirte namentlich die kürzer währenden Reize

und ist auch vorwiegend bei ihnen bemerkt worden. Die Vorstellung eines bestimmten Ortes der objectivirten Erscheinungen musste sich allmählich ausbilden, da dieser Ort nie gewechselt und nicht einmal durch Vexirreize an anderen Stellen des Gesichtsfeldes gegen sie angekämpft wurde. Trotzdem ist, wie wir früher sahen, dank der Unsicherheit unseres Urtheils über Augenbewegungen, nicht selten den objectivirten Erscheinungen ein anderer als der »bestimmte« Ort angewiesen worden. Natürlich hängen auch 3e) und f) mit den besonderen Versuchsbedingungen zusammen. Die Plötzlichkeit des Erscheinens bringt es mit sich, dass das Ganze sofort wahrgenommen wird und unvermittelt auftritt.

Sehen wir von den nur je einmal angegebenen Kriterien 1 und 5c) ab, die auch nur von einer Vp angewandt worden sind und somit eine mehr zufällige Bedeutung haben, so gehen über die Relativität vier Motive hinaus, nämlich 6, 7a) und c). Für diese ist die optische Beschaffenheit des wahrgenommenen Phänomens ganz gleichgültig. Die Subjectivirung und Objectivirung erfolgen vielmehr auf Grund bestimmter Folge- und Nebenerscheinungen, die empirisch an die Subjectivität bezw. Objectivität eines Eindrucks gebunden sind. Streng genommen sind aber auch das Auftreten oder Fehlen von Nachbildern und das Verschwinden eines Phänomens beim Blinzeln nur relative Kriterien. Denn jenes setzt eine gewisse Intensität des Reizes voraus, bei welcher ein merkliches Nachbild erscheint, und wird damit von einem graduell abstufbaren Factor abhängig, und dieses zeigt mannichfache Variationen hinsichtlich der Zeitdauer des Verschwindens, der Energie des Lidschlags und der Lebhaftigkeit der subjectiven Erscheinungen, wiederum einer Anzahl continuirlich veränderlicher Factoren. Somit sind nur zwei Motive von einer absoluten Bedeutung, nämlich das Verschwinden bezw. Erhaltenbleiben bei Augenschluß und die Unbeweglichkeit bezw. Mitbewegung bei Augenbewegungen. Dass diese Kriterien nicht häufiger mit Bewusstsein angewandt worden sind, als es bei unseren Versuchen wirklich geschah, hat seinen Grund z. Th. in der kurzen Dauer der objectiven Reize. Die Vp fürchteten, die schwachen Phänomene gänzlich zu verlieren, wenn sie solche Experimente angestellt hätten. Daher hat sich nur Warren des Augenschlussversuchs zur Stütze der Objectivirung und Subjectivirung gelegentlich bedient, da ich bei

ihm allein Reizdauern von 10—20 Secunden einwirken ließ. In der Anwendung werden somit auch diese absoluten Kriterien zu relativen, von bestimmten, variablen Bedingungen abhängigen.

Ein anderes Kriterium von ähnlicher Art ist auffallender Weise nie benutzt worden, nämlich die Feststellung, ob sich beide Augen hinsichtlich des zu beobachtenden Phänomens ganz gleich verhalten. Nur einmal (8.) hat Meumann bemerkt, dass die subjectiven Erscheinungen im rechten Auge intensiver sind, als im linken. Offenbar setzt die Anwendung dieses Kriteriums nicht nur längere Reizdauer, sondern auch eine gewisse Uebung in der selbständigen Schließung jedes Auges und eine bessere Kenntniss der optischen Leistungen der beiden Einzelaugen voraus, als sie gemeiniglich besteht.

Kein einziges von allen Motiven der Subjectivirung und Objectivirung ist schlechthin zuverlässig gewesen. Jedes von ihnen hat hier oder da Irrungen oder wenigstens zweifelhafte Urtheile zur Folge gehabt. Dazu hat jedenfalls die Art unserer Versuche das ihrige beigetragen. So ungünstig diese in gewisser Beziehung für das Auftreten von F-Fällen sein mussten, weil die Anzahl der möglichen Variationen im Gebiet der objectiven Reizungen so gering war, so wurde doch andererseits durch den Aufenthalt im Dunkelzimmer, das unwissentliche Verfahren, die Schwäche und kurze Dauer der Reize dafür Sorge getragen, dass die Erkennung der Subjectivität bezw. Objectivität eines Phänomens nicht gar zu leicht wurde. Ein Hülfsmittel kann an sich noch so vertrauenswürdig sein, es gibt Umstände, unter denen seine Anwendung versagt oder seine Kraft nicht zur vollen Geltung kommen kann. Zur Beurtheilung der subjectiven oder objectiven Natur eines Phänomens gehört insbesondere auch eine gewisse Eindringlichkeit desselben, d. h. eine von Dauer und Stärke des Reizes ebenso wie von entgegenkommender Prädisposition abhängige Fähigkeit, die Aufmerksamkeit zu fesseln und zu beschäftigen. Das unwissentliche Verfahren und die relative Schwäche und geringe Dauer des Reizes schlossen einen höheren Grad von Concentration aus. Andererseits ist nicht zu übersehen, dass alle Vp, die mir zur Verfügung standen, Psychologen oder wenigstens wissenschaftlich gebildete Männer waren, die von Nachbildern, subjectiven Empfindungen und psychologischen Experimenten mehr oder weniger ausgedehnte Kenntnisse hatten und in der Kunst der Selbstbeobachtung mehr

oder weniger geübt waren. Ungebildete oder ungeübte Vp hätten wahrscheinlich eine viel geringere Unterscheidungsgabe für das Subjective und das Objective an den Tag gelegt.

II. Versuche im Gebiet des Hautsinns.

Durch das liebenswürdige Entgegenkommen meines verehrten Collegen und Freundes von Frey, für das ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank sage, bin ich in den Stand gesetzt worden, Versuche, die den optischen entsprechen, auch auf dem Gebiete des Hautsinnes anzustellen, der ja vielfach als der eigentlich objective Sinn betrachtet und ausgezeichnet wird. Aus den Experimenten von A. Brückner[1]) war mir die überaus zweckmäßige Einrichtung zur Abstufung der Intensität von punktuellen Druckreizen bekannt. Diese Versuchsanordnung wurde mir in einem Raume des Würzburger Physiologischen Instituts zur Verfügung gestellt. Die Herren von Frey und Kirschmann hatten die große Freundlichkeit, mir während einer Anzahl Versuchsreihen in der Zeit von 9 bis 11 Uhr Abends als Vp zu dienen. Dabei hatte Ersterer an seinem linken Unterarm (Beugeseite) im Anschluss an frühere Aufnahmen eine größere Zahl von Druckpunkten bezeichnet, während ich selbst an Kirschmann's rechtem Unterarm einige Druckpunkte von mittlerer Empfindlichkeit aufsuchte und in der bei Brückner beschriebenen Weise fixirte. In den Tabellen verwerthet ist von jeder Vp nur ein einziger der reizbaren Punkte. Auf diesen wurde von vornherein der eine der beiden intensiv abstufbaren Reize aufgesetzt. Die übrigen Punkte aber dienten nur dazu, mannigfaltige Vexirversuche auszuführen, die der Vp die Vorstellung benehmen sollten und benommen haben, als wenn sie immer nur an einer und derselben Stelle objectiv gereizt würde. Außerdem hatte ich ein Inventar von Reizhaaren verschiedener Energie zur Verfügung, mit denen ich bald streichend, bald stoßend für eine gewisse Mannigfaltigkeit von Reizqualitäten bei diesen Vexirversuchen Sorge trug.

Das Verfahren war, wie bei den optischen Experimenten, ein völlig unwissentliches. Die Vp wussten nur, dass sie zuweilen

1) Zeitschr. f. Psychol. 26 S. 33 ff.

Reize empfangen würden; wann und wo sie stattfänden, war ihnen unbekannt, ebenso ihre Qualität. Sie hatten aber über alle Sensationen, die sie in dem freien Theil des in einer Gypshohlform ruhenden Armes verspürten, zu berichten, insbesondere auch anzugeben, ob sie dieselben für subjectiv oder objectiv hielten und, wenn besondere Motive sie dazu veranlassten, diese mitzutheilen. Es versteht sich von selbst, dass ich möglichst geräuschlos experimentirte und protocollirte, zumal ich wohl merkte, dass die Vp die Neigung hatten, Geräusche, die ich hervorbrachte, zu objectiven Reizen in Beziehung

Tabelle VI.

Vp	Grad	Z	Or	F	Of	Sf	Zwo	Zws	Of + Zws	Sf + Zwo
v. Frey	9—7	100	27 %	2 %	1 %	0	1 %	0	1 %	1 %
	6	92	36 %	6,5 %	4,3 %	0	2,2 %	0	4,3 %	2,2 %
	5—2	81	42 %	4,9 %	1,2 %	0	2,4 %	1,2 %	2,4 %	2,4 %
	Sa.	273	34 %	4,4 %	2,2 %	0	1,8 %	0,4 %	2,6 %	1,8 %
Kirschmann	3—2	138	18 %	18 %	11,6 %	0	3 %	3,6 %	15 %	3 %
	1—½	117	37 %	20 %	6 %	2 %	7 %	5 %	11 %	9 %
	Sa.	255	27 %	19 %	9 %	0,8 %	5 %	4,3 %	13 %	6 %

zu bringen. Natürlich diente auch das Vorhandensein eines zweiten, gleichfalls auf die Haut aufgesetzten Apparats dazu, die Vp in der Annahme zu befestigen, dass sie an verschiedenen Stellen und in verschiedener Beschaffenheit Reizungen zu erwarten habe.

Da sich somit die Aufmerksamkeit der Vp auf eine größere reizbare Fläche zu vertheilen hatte und nicht für den Eintritt eines Reizes besonders vorbereitet wurde, war die Empfindlichkeit kleiner, als sie sonst gewesen ist und sein konnte, und es mussten daher größere Intensitäten, als z. B. bei den Brückner'schen Versuchen, angewandt werden. Außerdem hielt ich es für zweckmäßig, bei beiden Vp Punkte verschiedener Empfindlichkeit zu benutzen, und so wählte

ich bei v. Frey einen Druckpunkt von vergleichsweise hoher, bei Kirschmann einen solchen von mäßiger Empfindlichkeit aus. Auf diese Weise ließen sich die Resultate von der Anwendung bestimmter Reizintensitäten unabhängig machen.

In der Tabelle VI haben die meisten Zeichen gleiche Bedeutung, wie in den früheren Tabellen. »Grad« gibt die Intensität des Reizes in Graden der Entfernung des Ankers vom Electromagneten an. Mit abnehmender Gradzahl wächst die Intensität des Reizes. In den Horizontalcolumnen, die mit Sa. beginnen, ist die Gesammtheit der Versuche ohne gesonderte Berücksichtigung der Intensität aufgeführt.

Die wesentlichen Erscheinungen, die wir bei den optischen Versuchen gefunden haben, treten auch hier hervor. Ausgeprägt ist wiederum die Tendenz zur Objectivirung, sodass fast gar keine falschen Subjectivirungen zu verzeichnen waren. Da es hier verhältnissmäßig leichter war, festzustellen, ob eine Angabe der Vp sich auf ein objectiv oder subjectiv bedingtes Phänomen bezog[1]), so ist darin eine Bestätigung der früheren Ergebnisse zu erblicken. Auch hier ist bei beiden Vp im Durchschnitt ein Uebergewicht der Of + Zws über die Sf + Zwo vorhanden. Ferner sind die zweifelhaften Fälle bei Kirschmann ziemlich gleichmäßig auf die Zwo und die Zws vertheilt, während bei v. Frey die Zwo etwas zahlreicher sind, als die Zws. Analoges findet sich in Tabelle I.

Sodann treffen wir auch hier jene Gesetzmäßigkeit an, die Tabelle II erkennen ließ. Die relative Anzahl der F steigt mit derjenigen der Or bis zu einem in der Nähe der früher definirten Schwelle gelegenen, und zwar unterhalb derselben befindlichen Grenzwerth an, um von da ab wieder zu sinken. Freilich ist dies Verhalten bei Kirschmann nicht ganz so deutlich, wie bei v. Frey. Es hat das seinen Grund vermuthlich in der bei ihm zur Verwendung gekommenen größeren Zahl von Vexirversuchen, die begreiflicherweise gerade während der Einwirkung schwächerer Reizintensitäten häufiger ausgeführt wurden. Darum ist die wirkliche Zahl richtiger Objectivirungen bei Grad 3—2 größer, als die in der Tabelle angegebene, und die Zahl der Of im Verhältniss zu groß ausgefallen. Zur

1) Vgl. jedoch unten S. 547.

Erklärung dieser Gesetzmäßigkeit, deren Eintreffen auf dem Gebiet des Hautsinnes für mich von besonderem Werthe war, lassen sich ganz ähnliche Betrachtungen anstellen, wie ich sie oben für die optischen Versuche dargelegt habe.

Bei der bekannten schnellen Accommodation an Hautreize erschien es nicht räthlich, die Dauer derselben besonders zu variiren. Auch ließ sich nach den optischen Versuchen kaum erwarten, dass sich dabei ein Resultat von allgemeinerer Bedeutung ergeben würde. Ich habe es daher bei allen Versuchen mit einer Stromschluss- und somit Reizdauer von einer Sekunde bewenden lassen. Dagegen waren die Intervalle zwischen den einzelnen Reizungen von ganz unregelmäßiger Länge, damit sich nicht eine sensorische Einstellung ausbilde.

Die individuellen Unterschiede sind auch hier augenfällig. Kirschmann hat bedeutend mehr F aufzuweisen, als v. Frey. Dieser Unterschied war zu erwarten. Denn letztere Vp verfügte über vielfältige und ausgebreitete Erfahrungen auf diesem Gebiete, während erstere bisher keine systematischen Beobachtungen an Druckpunkten angestellt hatte. Darum war dort die Unterscheidung zwischen Reizen und subjectiven Erscheinungen eine sehr scharfe und feine. Dazu kommt noch ein anderer Gesichtspunkt. Kirschmann hatte, soweit ich auf Grund meiner Versuche urtheilen kann, eine größere Tendenz zu subjectiven Sensationen als v. Frey. Da nun auch bei ihm die falschen Objectivirungen unter den F die erste Stelle einnehmen, so ist diese Tendenz der Vermehrung der Of wahrscheinlich zu Gute gekommen. Endlich wird die größere Zahl und Mannigfaltigkeit von Vexirversuchen bei Kirschmann dazu beigetragen haben, die F-Fälle häufiger hervortreten zu lassen[1]). Hinsichtlich der Tendenz zu zweifelhaften Urtheilen verhalten sich beide Vp gleich, insofern die Zwo + Zws bei v. Frey 50%, bei Kirschmann 48% der F ausmachen.

Der Charakter der subjectiven Phänomene war bei v. Frey zumeist durch die in Folge der erzwungenen Ruhelage des Armes auftretenden Empfindungen des Brennens und Juckens der Haut bestimmt, die bei größerer Lebhaftigkeit und Ausbreitung auf die Erkennung der objectiven Reize ungünstig einwirkten und daher dazu

1) Vgl. auch unten S. 547 f.

zwangen, die Versuchsreihen recht kurz, etwa eine Viertelstunde lang, zu machen. Daneben traten scharf umschriebene stechende Empfindungen von längerer Dauer auf, die fast immer richtig subjectivirt wurden. Dagegen gaben zu falschen Objectivirungen Anlass kurze stoßartige oder gleitende Berührungsempfindungen, welchen Charakter die objectivirten Erscheinungen bei dieser Vp regelmäßig trugen. Kirschmann zeigte im Unterschiede von v. Frey eine starke Disposition für Kitzelempfindungen und objectivirte dieselben relativ häufig. Auch bei richtiger Objectivirung erschien ihm die erfolgte Berührung oft als ein Kitzelreiz. Außerdem wurden gleitende, schleifende Berührungen, Wärme und Kälte, sowie schwache, kurze Contacte an einer bestimmten Hautstelle empfunden und gelegentlich objectivirt.

Die Motive der Subjectivirung und Objectivirung gestalteten sich bei v. Frey sehr einfach. Da ihm die Versuchsanordnung im Wesentlichen bekannt war, so war er zunächst von der Voraussetzung beherrscht, dass nur punktuelle, stoßartige Reize an verschiedenen Hautstellen, aber innerhalb eines durch die von ihm selbst bezeichneten Druckpunkte umschriebenen Versuchsfeldes erfolgen würden. Die von diesem ihm wohlbekannten Charakter abweichenden Empfindungen wurden für subjectiv gehalten. In Folge meiner ausdrücklichen Aufforderung, diese Voraussetzung aufzugeben, und der Anwendung von Vexirreizen hat er zwar dieses Motiv nicht mehr mit bewusster Ausschließlichkeit benutzt und einmal einen Kitzel am Handgelenk, ein anderes Mal eine leicht kratzende Empfindung fälschlich objectivirt. Aber vorherrschend ist bei ihm doch stets die bekannte Stoßnatur des Druckreizes von kurzer Dauer als Kriterium der Objectivität geblieben. Dass dasselbe ein rein empirisches, durch Beobachtung und Kenntniss vermitteltes sei, hat Vp selbst erklärt. Darin werden wir zugleich einen Hauptgrund dafür zu erblicken haben, dass die relative Anzahl der F hier so gering ist.

Ein größeres Arsenal von Kriterien wurde von Kirschmann, der über die Anstellung der Versuche und die Beschaffenheit der Reize nicht näher orientirt war, benutzt. Den objectiven Phänomenen schrieb er zunächst im Gegensatz zu den subjectiven eine schärfere Localisirbarkeit zu und war daher geneigt, diffuse, ausgebreitete Empfindungen zu subjectiviren. Sodann fand er, dass die Umgebung

einer gereizten Hautstelle gegen objektive Veränderungen einen Widerstand leiste, während sie bei subjectiver Reizung gewissermaßen eine Resonanz dafür bilde und die eingetretene Erschütterung fortpflanze und ausbreite. Beide Kriterien hängen, wie man unschwer sieht, mit einander zusammen, indem das zweite sich wie eine Erklärung zu dem ersten, der directen Beobachtung mehr zugänglichen verhält. Ferner wirkte als Motiv der Subjectivirung die Vorstellung mit, dass die Hautstelle, in welche gewisse Empfindungen localisirt werden, dem Experimentator unzugänglich sei. Endlich wurde als Motiv der Objectivirung noch die Art des Verschwindens einer Reizung bezeichnet. Die objectiven Phänomene schienen keine Nachwirkung zu hinterlassen. Gelegentlich wurde auch die Plötzlichkeit eines Eindrucks als Kriterium der Subjectivität benutzt. Beim Kitzel ist Kirschmann, wie er mittheilt, am unsichersten in seinem Urtheil über die subjective bezw. objective Natur der Empfindung, sofern nicht damit eine Bewegung über die Haut verbunden sei, die auf objective Reizung schließen lasse. In dem Kitzel zeigt sich bei ihm jene Vermengung des Objectiven mit Subjectivem, deren wir früher bei der Besprechung der optischen Versuche gedacht haben (vgl. S. 532). Das Phänomen als Ganzes wird subjectivirt oder objectivirt, ohne dass der subjective und der objective Antheil von einander geschieden würden. Bei v. Frey ist eine solche Vermengung nur relativ selten zu beobachten gewesen.

Irrungen über den Ort der Reizung traten, wie bei den optischen Versuchen, auch hier häufig hervor. Da eine Berührung der Hautstelle von seiten der Vp nicht stattfinden durfte, äußerten sie sich vornehmlich darin, dass die Beschreibung des Orts wechselte, während die Reizung selbst unverändert dieselbe Hautstelle traf. So hieß es denn: mehr radial, mehr distal, höher oben u. s. w., auch wohl einfach: an einem anderen Orte, ohne dass dieser genauer bezeichnet werden konnte. In einzelnen Fällen konnte überhaupt gar nicht localisirt werden und wurde daher bloß: irgendwo, oder: ich weiß nicht wo, von der Vp bemerkt. Diese Angaben erschwerten natürlich die Einordnung der betreffenden Urtheile unter die mir zur Verfügung stehenden Kategorien, und es lässt sich daher auch hier nicht mit voller Sicherheit die Richtigkeit aller solcher Aufnahmen in mein Versuchsprotokoll verbürgen. Insbesondere waren

die schwächeren Reize durch mangelhafte oder fehlerhafte Localisationen ausgezeichnet, eine Erscheinung, die auch von Henri[1]) beobachtet worden ist, indem er fand, dass bei sehr schwachen Berührungen die Localisationsfehler etwas größer werden als bei stärkeren Reizen. In diesen Irrungen über den Ort einer Reizung kommen auch bei beiden Vp die Erscheinungen einer Vermengung von subjectiven und objectiven Faktoren zur Geltung, insofern es sich um Localisationsfehler handelt, die beträchtlich den normalen Thatbestand übertreffen. Außerdem verrathen sie sich in der Charakteristik der objectivirten Phänomene, die v. Frey zuweilen als gleitende, nicht nur als stoßartige Reize bezeichnet, obwohl immer nur dieselbe kurze, völlig umschriebene Reizung stattfand. Bei Kirschmann stoßen wir auf eine noch häufigere und mannigfaltigere Beeinflussung der objectivirten Erscheinungen durch subjective Empfindungen.

Es sind somit alle wesentlichen Momente der optischen Versuche bei der Anwendung von Hautreizen wiedergekehrt, trotzdem die Zahl der Experimente und der Vp hier erheblich geringer war. Charakteristisch ist jedoch für den Hautsinn, dass sich hier Alles innerhalb sehr viel engerer Grenzen und mit viel geringeren Details abspielt. Die Erscheinungen im Hautsinnesgebiet verhalten sich zu denen im Gesichtssinnesgebiet, wie Umrisszeichnungen in verkleinertem Maßstabe zu einem Originalbilde. Es fehlt die Mannigfaltigkeit der qualitativen und räumlichen Gestaltung, die Vorgänge und Eindrücke sind einfacher, man möchte fast zugleich sagen, roher. Um so werthvoller ist die Uebereinstimmung zwischen beiden, die auch geeignet sein dürfte, den mehrfach für die Tastvorkommnisse behaupteten Vorzug sichererer oder allein zuverlässiger Objectivität zu beseitigen.

III. Die psychologische und erkenntnisstheoretische Bedeutung der Versuche.

Unsere Experimente über die Subjectivirung und Objectivirung von Sinneseindrücken haben zunächst eine psychologische Bedeutung, indem sie zeigen, in welcher Weise und unter welchen Bedin-

1) Henri, Raumwahrnehmungen des Tastsinns S. 128 f.

gungen ein Phänomen des Gesichts- oder Hautsinns als subjectiv oder objectiv beurtheilt wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass die letzteren Ausdrücke für alle Vp denselben Sinn gehabt haben. In der That war eine Verständigung darüber, was als subjectiv oder objectiv anzusehen sei, wie eine kurze Unterhaltung vor Beginn der Versuche mit jeder Vp lehrte, nicht schwer.[1] Alles, so hieß es meist, was auf äußere Reize optischer oder tactiler Art innerhalb der Grenzen eines Versuchsfeldes zurückgeführt oder bezogen werden muss oder kann, ist objectiv, alles Andere innerhalb der nämlichen Grenzen subjectiv. Die Vp bedienten sich daher vielfach auch der Bezeichnung: ein Reiz, eine Erleuchtung, eine Berührung u. s. w., um die Objectivität eines Eindrucks anzudeuten, während sie bei den subjectivirten Phänomenen regelmäßig den Ausdruck »subjectiv« anwandten. Die Subjectivirung erhielt auf diese Weise den Charakter einer negativen Charakteristik: sofern dieser Eindruck nicht auf einen äußeren Reiz zu beziehen ist, sei er subjectiv genannt. Nur in relativ wenigen Fällen wurde eine positive, speciellere Angabe für ausreichend gehalten. »Ein Zucken der Haut« war für Kirschmann mehrfach selbstverständlich subjectiv, ebenso ein »Lichtnebel« für Meumann, Grosch und Pace.

Auch in diesen Kleinigkeiten verräth sich die psychologische Ueberwerthigkeit der Objectivirung. Man kennt sie längst von ganz anderer Seite her. So weiß man, dass die sprachlichen Bezeichnungen der Sinnesempfindungen größtentheils den Gegenständen entlehnt sind, auf die sie bezogen und von denen sie ursprünglich qualitativ nicht unterschieden werden. Das Gleiche gilt für die Entwickelung der Ausdrücke, welche die Sinnesthätigkeit benennen[2]. Auf den nämlichen Thatbestand weist die regelmäßige Objectivirung der Traumphänomene hin. Die Subjectivirung ist ursprünglich eingeschränkt auf die positiven Leistungen des Ich, auf alle die Vorgänge, bei denen das Ich sich activ betheiligt und ein Bewusstsein seiner Spontaneität hat, d. h. auf das Gebiet der complexen Gefühls-

1) Nur Kirschmann erklärte die Unterscheidung für eine ganz willkürliche, da die Gesichts- und Tastempfindungen als solche keine Eigenschaften besäßen, die er als subjectiv oder objectiv bezeichnen könnte, und war deshalb nicht ganz leicht dazu zu bringen, dass er diese Prädicate überhaupt anwandte.

2) Vgl. Wundt, Völkerpsychologie I, 2, S. 512 ff.

und Willensvorgänge. Die Affecte und Triebe, Stimmungen und Leidenschaften, Absichten und Entschlüsse, Wahlacte und Handlungen gehören zu dem natürlichen Bestande subjectivirter Erscheinungen. Die Sinneseindrücke und Phantasmen aber, für deren Eintreten sich das Individuum nicht verantwortlich weiß, deren Kommen und Gehen ohne sein Zuthun sich abspielen, sie erscheinen zunächst als das Aufgenöthigte, Objective.

So sehr nun auch die wissenschaftliche Reflexion über diesen naiven und engen Begriff des Subjectiven hinausgeführt hat, so ist doch die auch in unseren Versuchen hervorgetretene Tendenz zur Objectivirung ein Zeichen dafür, daß trotz aller Erkenntniss und Berichtigung ein nachweisbarer Rest jener Neigung, alles, wobei wir uns nicht unmittelbar betheiligt wissen, zu objectiviren, selbst in psychologisch und naturwissenschaftlich geschulten Individuen zurückgeblieben ist. Eine überwiegende Tendenz zur Subjectivirung hat sich bei keiner meiner Vp gezeigt. Sicherlich hat dieser Thatbestand auch eine biologische Bedeutung. Die Beziehung zur Außenwelt wird für die psychophysischen Wesen durch die Objectivirung vermittelt. Dabei ist es von Wichtigkeit, das Objective als Objectives zu erkennen, zu wissen, ob man es mit Vorgängen, Ereignissen, Reizen außer sich zu thun hat. Eine falsche Objectivirung ist zweifellos gefahrloser, unschädlicher, als eine falsche Subjectivirung[1]). Überhaupt aber ist es für ein Lebewesen im allgemeinen ungleich bedeutungsvoller, zumal im Gebiet der Empfindung, zu objectiviren als zu subjectiviren. So ist es auch zu verstehen, dass bei einer Mischung von objectiven und subjectiven Bestandtheilen das Ganze schlechthin objectivirt zu werden pflegt.

Diese Vermengung, die wir sowohl bei den optischen, wie bei den Hautsinnexperimenten festgestellt haben, bildet nun auch die Brücke, welche unsere Beobachtungen mit den normalen Erlebnissen verbindet. Man könnte versucht sein, wie das so oft experimentellpsychologischen Arbeiten gegenüber geschehen ist, unsere Ergebnisse als künstlich gewonnene, mit der normalen Erfahrung gar nicht zusammenhängende und daher für diese in keiner Weise verbindliche

1) Man wird hier natürlich nicht Luftspiegelungen, Irrlichter u. dgl. entgegenhalten dürfen.

oder gar vorbildliche abzulehnen. Dass man im Dunklen äusserst schwache Lichtreize zuweilen nicht erkenne, sie mit rein subjectiven Empfindungen verwechsle oder wenigstens über ihre Beschaffenheit in Zweifel gerathe, das sei begreiflich genug. Normaler Weise dagegen habe man es mit einer gegliederten Mannigfaltigkeit sichtbarer Gegenstände zu thun. Da kommen solche Irrthümer oder auch nur Bedenken überhaupt nicht vor. Mein ganzes Unternehmen habe daher nur den zweifelhaften Werth zu zeigen, wie sich die Objectivirung und Subjectivirung unter so ungünstigen, der Wirklichkeit des Lebens nicht entsprechenden Umständen verhalte. Aehnlich könnte von den Hautsinnversuchen gesagt werden, dass sie keine Beziehung zu dem Verfahren aufweisen, welches wir normaler Weise Tasteindrücken gegenüber einschlagen. Bewegungen des berührten Gliedes oder eines anderen zum Nachweis der Objectivität, auch die sonst regelmäßige Controle eines Sinnes durch den anderen seien ausgeschlossen gewesen.

Solchen Einwänden soll nicht wieder mit allgemeinen Erörterungen über den Werth experimenteller Untersuchungen, die dabei nothwendige Vereinfachung der Probleme u. dgl. m. begegnet werden. Sie wären berechtigt, wenn ich alle bei unseren Versuchen beobachteten Erscheinungen unterschiedslos verallgemeinert hätte oder wenn ich ihre Tragweite blind überschätzen wollte. Statt dessen ist auf die einschränkende Bedeutung der besonderen Versuchsumstände wiederholt hingewiesen worden. Aber es fehlt auch nicht ganz an gemeinsamen, über sie hinausführenden Momenten und an Ergebnissen von allgemeinerer Tragweite. Zu den letzteren rechne ich insbesondere die Thatsache, dass die Irrungen und Bedenken bei einem Reizwerthe unterhalb der von uns definirten Schwelle ihr Maximum erreichen und bei übermerklichen der Null zustreben. Man wird dies Ergebniss nicht bedeutungslos nennen können, insofern es erst exacte Angaben über das normale Verhalten hinsichtlich der Subjectivirung und Objectivirung ermöglicht. Die Hallucinationen, bei denen subjective Eindrücke fälschlich objectivirt werden, sind damit als abnorme, pathologische Erscheinungen charakterisirbar, weil die normalen Irrungen nicht continuirlich in sie übergehen, sondern durch die Kluft übermerklicher Reizunterschiede von ihnen getrennt sind. Wir lassen dabei ganz dahingestellt, inwiefern in der

bekanntlich noch keineswegs abgeschlossenen Theorie der Hallucinationen auch Aufmerksamkeits- und Urtheilsvorgänge eine Rolle zu spielen haben. Aber von großer Wichtigkeit scheint mir die durch unsere Versuche gelieferte Feststellung zu sein, dass Subjectivirung und Objectivirung bei einfachen Sinneseindrücken normaler Weise mit voller Sicherheit auseinandergehalten und angewandt werden können, trotzdem keine immanenten Merkmale die selbstverständliche Grundlage dieser Unterscheidung bilden. Empirische Kriterien reichen somit aus, um schon bei ebenmerklichen Empfindungen der Objectivirung eine kaum mehr zu überbietende Zuverlässigkeit zu verleihen. Man wird hiernach auch bei der Erklärung der Hallucinationen nicht sowohl nach Alterationen in der Sinnessphäre, als vielmehr nach einer Störung in dem Verhalten und der Anwendung solcher empirischen Kriterien zu suchen haben. Ebenso dürften die Analyse der Kriterien, die bei unseren Versuchen die Subjectivirung und Objectivirung bestimmt haben, sowie die Abhängigkeit der F-Fälle von der Disposition zu subjectiven Phänomenen und von der Neigung der Vp zur Skepsis eine mehr als bloss zufällige, nur für unsere Experimente giltige Bedeutung beanspruchen können.

Als einen gemeinsamen Zug, der Versuch und normales Verhalten mit einander verbindet, haben wir bereits die prävalirende Tendenz zur Objectivirung kennen gelernt. Dazu gesellt sich aber noch die Vermengung des Objectiven mit dem Subjectiven. Durch den Begriff der Illusion pflegen diese Erscheinungen zusammengefasst zu werden. Man ist sich dabei aber nicht bewusst, in welchem Maße sie stattfindet. Sind falsche Objectivirungen und Zweifel an der Objectivität nicht mehr zu constatiren, d. h. treffen Objectivirungen mit objectiven Reizungen regelmäßig zusammen, so bleibt noch immer eine Mitwirkung von subjectiven Phänomenen bei dem Zustandekommen der Eindrücke möglich. In der That ist eine solche Mitwirkung indirekt von uns festgestellt worden, indem wir auf die Aussagen über die Beschaffenheit der objectiven Erscheinungen eingingen und deren Mannigfaltigkeit und Wechsel mit der Einfachheit und Constanz der objectiven Reize confrontirten. Derartiges ist nun auch im normalen Verhalten in weit höherem Grade der Fall, als man gemeiniglich weiß und wahr haben will. Seit ich mich mit den hier beschriebenen

Versuchen zu beschäftigen anfing, habe ich mich tagtäglich über Illusionen ertappt, d. h. über einer Auffassung von Objectivem, die durch dieses allein nicht gerechtfertigt wurde, sondern durch die Mitwirkung subjectiver Merkmale mehr oder weniger stark beeinflusst worden war. Wie ich feststellen konnte, glaubte ich dabei immer das Phänomen so zu sehen, wie ich es interpretirte, und erhielt bei Berichtigung der Auffassung auch ein anderes Bild von dem Gegenstande. Deutung und Eindruck schienen sich wechselseitig zu beinflussen. Die Thatsache, dass man von diesem subjectiven Factor keine Kenntniss zu haben pflegt uud derartiger Illusionen sich in der Regel nicht bewusst wird, steht mit den Befunden bei unseren Experimenten in vollem Einklange. Ich habe keinen Grund zu glauben, dass sich andere Personen in dieser Hinsicht anders verhalten, als ich selbst, graduelle Abstufungen natürlich ausgenommen. Von verschiedenen meiner älteren Versuchspersonen ist mir das wiederholte Vorkommen von Illusionen in täglicher Erfahrung ausdrücklich bestätigt worden.

In erkenntnisstheoretischer Hinsicht liefern unsere Beobachtungen zunächst einen Beitrag zur Bestimmung des Begriffs einer ursprünglichen oder vollen Erfahrung oder, wie ich selbst diese genannt habe, der Erlebnisse. Sie zeigen, dass das, was subjectivirt oder objectivirt wird, nicht toto genere verschieden von einander ist, wie etwa süss und blau oder Licht und Schall, sondern einander »ganz gleich« sein kann, dass es also keine immanenten Merkmale sind, welche diese Unterscheidung begründen und herbeiführen. »An sich« ist somit ein Eindruck weder subjectiv noch objectiv, »das Denken macht ihn erst dazu«, d. h. in diesem Falle die Beziehung auf ein Object oder ein Subject. Diese Beziehung hängt von Kriterien ab, deren Kenntniss erworben werden muss, und deren Anwendung bei einem und demselben Phänomen a priori nach beiden Richtungen möglich ist. Wo daher immanente Merkmale zu dieser Unterscheidung benutzt werden, da tragen sie einen relativen und rein empirischen Charakter, der von Fall zu Fall wechseln kann und keine Bürgschaft dauernden Erfolges mit sich führt.

Sodann haben unsere Versuche gelehrt, dass die Erlebnisse eine Einheit bilden, die in ihrer Totalität objectivirt oder subjectivirt zu werden pflegt. Die zweifelhaften Fälle, in denen eine Gegeninstanz gefunden werden könnte, haben niemals bedeutet,

dass ein Phänomen sowohl objectiv, als auch subjectiv sei, also beide Beziehungen gleichzeitig zulasse, und nur die Grenze zwischen ihnen nicht genau festgestellt werden könne. Vielmehr sind sie, wie ich immer wieder constatiren konnte, entweder der Ausdruck für die Unsicherheit darüber gewesen, ob ein Phänomen vorhanden sei oder nicht — relativ seltene Fälle, die ich in die Tabellen nicht aufgenommen habe — oder der Hinweis auf einen Zweifel gegenüber der subjectiven oder objectiven Natur eines Eindrucks. Wenn ferner Grosch und Pace gelegentlich bemerkten[1]), dass sie eine Vermischung von subjectiven und objectiven Erscheinungen beobachteten, so bezog sich dies auf Fälle, wo verschiedene Flecken, Streifen, Punkte u. s. w. zusammentrafen und die einen für subjectiv, die anderen für objectiv gehalten werden konnten. Dagegen hat es sich niemals ereignet, dass bei einem und demselben Phänomen gleichzeitig beide Beziehungen angewandt worden wären. Ein solches Verfahren ist nun zweifellos denkbar. Wenn die Begründer der neueren Naturwissenschaft und Philosophie die Sinnesqualitäten subjectivirten und die räumliche Form objectivirten, so haben sie in der That denselben Eindruck auf ein Object und ein Subject bezogen. Aber diese Unterscheidung ist eine künstliche und theoretische geblieben, die auf die Praxis keinen Einfluss gewonnen hat. Man kann es eben den Sinnesphänomenen nicht ansehen oder anfühlen, was an ihnen subjectiv und objectiv ist. Um diese Antheile feststellen zu können, bedarf man einer mehr oder weniger umständlichen und mühsamen Untersuchung, die uns nur langsam in Naturwissenschaft und Psychologie hat erkennen lassen, was auf die eine und was auf die andere Seite gehört. Wir wissen jetzt, dass auch jene Einsicht in die Subjectivität der Sinnesqualitäten keine vollständige und abschliessende war, dass vielmehr alles an den Sinneseindrücken, die sich auf objective Reize beziehen lassen, zugleich eine subjective Seite hat, die räumliche Form nicht minder, als die Qualität oder Intensität der Empfindung.

Dasselbe Resultat ergibt sich, wenn wir die Motive der Subjectivirung und Objectivirung mustern, die sich bei unseren Beobachtungen den Vp dargeboten haben. Eine gleichzeitige Beziehung eines und desselben Eindrucks auf ein Object oder das Subject ist offenbar

1) Vgl. S. 532.

unmöglich, wenn man sich der die größere Zahl bildenden relativen Kriterien bedient. Hat ein Phänomen eine »bestimmtere Form«, eine »größere« Dauer oder Helligkeit, so kann es nicht zugleich eine unbestimmtere Form oder eine geringere Dauer bezw. Helligkeit haben. Natürlich kann es einerseits eine größere Helligkeit und andererseits eine unbestimmtere Form haben, d. h. verschiedene Kriterien der Subjectivirung und Objectivirung können zusammentreffen. Das führt aber nur zu einem Zweifel an der subjectiven oder objectiven Natur des ganzen Eindrucks, nicht zu einer Scheidung von Bestandtheilen dieser Art innerhalb des Phänomens. Nicht anders verhält es sich in dieser Hinsicht mit den absoluten Kriterien. Schliesst man die Augen und findet dann, dass der eben wahrgenommene Eindruck verschwindet, so darf man daraus nicht auf vollständigen Mangel subjectiver Factoren, also auf reine Objectivität schließen.

Dagegen führen uns die absoluten Kriterien in einer anderen Beziehung über die relativen und deren Bestimmungen hinaus. Die letzteren lassen uns nämlich gar keinen Einblick in die Natur jener Beziehungen thun, die wir als Subjectivirung und Objectivirung einander gegenübergestellt haben. Was die Beziehung auf ein Object oder das Subject eigentlich bedeute, ist aus der Begründung, dass ein Phänomen diese oder jene Helligkeit, Dauer oder Lage habe, nicht zu erkennen. Hier setzen die absoluten Kriterien ergänzend ein. Sie bestimmen die in Rede stehende Beziehung als eine Abhängigkeitsbeziehung. Verschwindet ein Phänomen bei Augenschluss und erscheint es wieder bei Oeffnung der Augen, so ist es offenbar von meinem Verhalten, meinem Organe unabhängig. Bewegt sich ein Eindruck mit, wenn ich meine Augen bewege, und zwar mit der gleichen Geschwindigkeit und in derselben Richtung, so ist er vom Auge abhängig. Objectiviren und subjectiviren bedeuten daher bei Anwendung dieser Kriterien soviel als: von einem Object bezw. dem Subject abhängig setzen. Die Schwierigkeit, mit welcher die Feststellung von Abhängigkeitsbeziehungen verknüpft ist, macht es nun auch verständlich, dass sich der subjective oder objective Antheil an einem Phänomen nicht ohne Weiteres feststellen und angeben lassen[1]) und somit beide Beziehungen dem ganzen Eindruck schlechthin zuerkannt zu werden

1) Vgl. meine Einleitung in d. Philos. 2. Aufl. S. 66.

pflegen. Diese Einheitlichkeit der Erlebnisse wird durch die Sonderung zweier verschiedenen Arten von Abhängigkeitsbeziehungen natürlich nicht aufgehoben.[1])

Die eigentlichen erkenntnisstheoretischen Schwierigkeiten heben erst mit dem Versuch an, den Subjects- und den Objectsbegriff, d. h. also dasjenige eindeutig zu bestimmen, von dem ein Sinneseindruck, ein Erlebniss abhängig sein soll. Denn es kann unter Umständen ein und dasselbe Subject oder Object sein, zu diesem oder jenem gehören. Subjectivire ich z. B. eine Hautempfindung, so rechne ich die Haut, von der ich sie abhängig weiss, zum Subject. Aber dieselbe Haut wird, wenn ich sie optisch wahrnehme und das dabei erhaltene Gesichtsbild objectivire, zum Object. Damit werden auch diese Begriffe zu relativen, und es erhebt sich die Aufgabe, einen Subjects- und Objectsbegriff ausfindig zu machen, der eine eindeutige Verwendung zulässt. Dieser Aufgabe nachzugehen, führt über den Rahmen dieser Abhandlung weit hinaus. Sie hat ihren Zweck erfüllt, wenn sie gezeigt hat, dass die Lehre von dem Vorstellungsobject oder den Erlebnissen, die an sich weder subjectiv noch objectiv sind und eine Einheit bilden, die eine solche Bestimmung nur in toto erfährt, eine wohlbegründete ist.[2])

---

1) Vgl. Wundt, System d. Philos., 1. Aufl. S. 101 ff.

2) Die interessanten Versuche von Seashore (Studies from the Yale Psychol. Labor. III, S. 1 ff.) beschäftigen sich mit einem anderen Problem, sind aber wohl geeignet zu zeigen, wie leicht falsche Objectivirungen in unserem Sinne auch normaler Weise hervorgerufen werden können.

Ueber binaurale Schwebungen.

Von

Paul Rostosky.

Großenhain.

Mit 5 Figuren im Text.

Die vorliegende Arbeit soll ein Capitel aus einer im Leipziger Institut für experimentelle Psychologie vorgenommenen und schon vor ca. 7 Jahren abgeschlossenen Untersuchung »über functionelle Beziehungen beider Gehörorgane« behandeln, deren erster, ausschließlich historisch-kritischer Theil, die einschlägige Literatur bis 1896 behandelnd, bereits 1897 in den »Beiträgen zur Psychologie und Philosophie« von G. Martius erschien. Die spätere berufliche Thätigkeit ließ mich aber nicht mehr zu einer umfassenden Bearbeitung des reichen Versuchsmaterials und seiner äußerst mannigfaltigen Consequenzen gelangen. So will ich nun wenigstens bei dieser festlichen Gelegenheit, die den Wunsch, das Resultat mehrjähriger Arbeit doch nicht ganz der Vergessenheit anheim fallen zu lassen, besonders rege gemacht hat, einen kleinen Theil aus jener Untersuchung, der z. Z. von besonderem Interesse sein dürfte, nämlich den Abschnitt über die binauralen Schwebungen der Oeffentlichkeit übergeben. Ich möchte damit zugleich dem Herrn Jubilar, meinem hochverehrten Lehrer, zu einem kleinen Theile eine Dankesschuld für die reiche Unterstützung und Förderung abtragen, die ich durch ihn bei meiner experimentellen Untersuchung erfahren habe.

Einleitung.

Da ich nun, wie gesagt, hier nur ein Capitel bringen kann, so glaube ich, doch wenigstens einiges über den ehemaligen Plan des Ganzen vorausschicken zu müssen.

Ostern 1893 begann ich auf Anregung des Herrn Geheimrath Wundt eine Untersuchung über die Entstehung der binauralen Schwebungen. Bereits zu Pfingsten desselben Jahres war ich zu einem Resultate gelangt, das meiner Meinung nach eigentlich schon entscheidend war. Ich setzte dennoch die Untersuchung fort, einerseits weil ich einigen mir geäußerten Zweifeln gegenüber noch weitere Stützen für mein Ergebniss zu gewinnen hoffte, anderseits weil eine Reihe interessanter Nebenbeobachtungen mich zu besonderer Behandlung derselben reizte. So erweiterte sich mir die Aufgabe, der ich dann den schon oben erwähnten Titel gab. Mit dem Gegenstande der Untersuchung wuchs natürlich auch die Literatur, welche ich in den Kreis der Betrachtung zu ziehen hatte, und zwar in dem Maße, dass sich die historisch-kritische Uebersicht, die ich anfangs der Arbeit nur als Einleitung vorausschicken wollte, zu einer selbständigen Abhandlung entwickelte.

Die derzeit vorliegenden Erfahrungen über functionelle Beziehungen beider Gehörorgane gruppirte ich darin nach den am Empfindungsganzen beobachteten Besonderheiten der Intensität, der Qualität, der Localisation und der Zusammensetzung. Auf Grund kritischer Betrachtungen, die überall eingestreut und besonders am Schluss jedes Abschnittes zusammengefasst wurden, glaubte ich dann, in der Hauptsache drei Arten von Functionsbeziehungen beider Gehörorgane unterscheiden zu können, nämlich 1) die unmittelbaren, bei denen die beiderseitigen Erregungen in oscillatorischer Form direct zu einer vollen Mischung gelangen, 2) die mittelbaren, bei denen die Beziehung nur in einer wechselseitigen Beeinflussung besteht, die durch besondere locale Bedingungen im Verlaufe der beiderseitigen Erregungen vermittelt werden mag, endlich 3) die heterogenen, bei denen sich an die bilateralen akustischen Erregungen gemeinsame Wirkungen knüpfen, die von einer Hörempfindung als solcher nichts mehr an sich haben. Als Beziehungen der ersten Art hat man die Interferenzerscheinungen, die binauralen Schwebungen und Combinationstöne zu betrachten;

denjenigen der zweiten Art sind die nichtperiodischen (d. h. von der momentanen Phasendifferenz der beiderseitigen Erregungen unabhängigen) Intensitätsmodificationen und Aenderungen der Qualität zuzurechnen; solche der dritten Art endlich haben wir in den Localisationserscheinungen vor uns. Dieser Eintheilungsplan sollte der Bearbeitung meiner eigenen Versuchsresultate zu Grunde gelegt werden. So schwebte mir auch bei der Abfassung dieser Arbeit, obwohl dieselbe durchaus nicht als erster von mehreren Abschnitten gedacht ist, noch immer jenes Gesammtbild vor, hoffentlich ohne ihre Verständlichkeit zu beeinträchtigen.

Versuchseinrichtung.

Die Einrichtung, mit welcher ich meine Untersuchungen ausführte, wich in mehrfacher Hinsicht von den üblichen Versuchsanordnungen ab. Ich ging bei deren Aufbau darauf aus, die mannigfaltigsten, irgend in Betracht kommenden Experimente zwecks vergleichbarer Bedingungen mit dieser selben Einrichtung anzustellen. Demgemäß musste dieselbe die einzelnen Factoren, welche bei der akustischen Reizung auf die Empfindung Einfluss haben, nach Möglichkeit rein, sowie unabhängig und continuirlich variabel darzustellen und in verschiedene Verbindungen zu bringen gestatten. Solcher Factoren können wir nun überhaupt folgende unterscheiden: erstens hinsichtlich der Reizquelle, und zwar einerseits den Einzelreiz betreffend, Amplitude und Wellenlänge, anderseits eine Summe solcher angehend, Zahl und Phasendifferenz, zweitens hinsichtlich der Beziehung des Reizes zum Reagenten, und zwar auf Seiten der Reizquelle, Entfernung und Richtung, aus welcher der Reiz kommt, auf Seiten des Reagenten, Art, Ort und Dauer der Reizapplication. Diese theoretisch herausgeschälten Factoren verdienen natürlich nicht alle die gleiche Berücksichtigung. Die Vernachlässigung eines solchen erscheint gerechtfertigt, sobald entweder im Allgemeinen seine Zurückführbarkeit auf andere Factoren feststeht, wie dies z. B. für die Richtung und Entfernung gilt, aus welcher ein Schall kommt, oder im Besonderen sich etwa seine Unvereinbarkeit mit andern Factoren in derselben Versuchsanordnung ergibt, oder seine Bedeutungslosigkeit für eine engere Frage evident ist. So wird sich z. B. eine Variation

der Phasendifferenz bei zwei auf kranio-tympanalem Wege zugeleiteten Reizen schwerlich ermöglichen lassen, und bei aëro-tympanaler Reizzuführung kann von einer Variation des Ortes der Reizapplication nicht gesprochen werden. In der Natur unserer Frage dagegen liegt es, dass die Reizdauer zumeist nur eine untergeordnete Rolle spielt, und dass man im Allgemeinen nicht mehr als zwei Reize gleichzeitig zuzuleiten hat. Daneben kann gleich hier bemerkt werden, dass man als Reize am besten einfache Töne verwendet, die allein eine exacte Variation von Amplitude, Wellenlänge und Phase zulassen.

An der Versuchseinrichtung sind nun zunächst zwei Theile zu unterscheiden, der schallgebende und der schallleitende Theil.

1. Der schallgebende Theil.

Als Schallquellen benutzte ich Stimmgabeln, meistens solche in mittleren Lagen. Innerhalb gewisser Grenzen war ihre Tonhöhe wie gewöhnlich durch Laufgewichte regulirbar. Alle Gabeln wurden auf elektrischem Wege angeregt und in Schwingungen erhalten. Jedoch erwies sich nur die directe Erregung als brauchbar. Mit Hülfe der bekannten indirecten Anregung durch eine tiefere Gabel ließ sich nie ein glatter, von allen Schwankungen der Höhe und namentlich der Intensität freier Ton erzielen. Selbst wenn die secundäre Gabel anfangs in peinlichster Weise auf ein Vielfaches der Schwingungszahl der tieferen Gabel gestimmt war, so deuteten doch regelmäßig schon nach kurzer Zeit Intensitätsschwankungen der secundären Gabel auf eine Verstimmung derselben, die vielleicht in einer nach der Manipulation des Stimmens unvermeidlich eintretenden kleinen Temperaturänderung der Gabel oder in sonst irgend einem Umstande ihre Ursache haben mochte. Aber gerade für unsere Aufgabe, speciell für die Untersuchung der binauralen Schwebungen war es naturgemäß von höchster Wichtigkeit, Töne zu erzielen, die an sich nicht die geringsten Intensitätsschwankungen zeigten, zumal eine fortdauernde Controle der Gabeln, die sich doch in verschiedenen Zimmern befinden mussten, während der Versuche ausgeschlossen war. So blieb nichts anderes übrig, als die Gabeln auf elektrischem Wege direct in Schwingungen zu versetzen. Ein Quecksilbercontact war aber hier nicht brauchbar, theils weil dafür ihre Frequenz zu groß war, theils

(2)
9491-454

Wilhelm Wundt zum siebzigsten Geburtstage

B
3388
.Z9
v.1